

**PENENTUAN KADAR NITROGEN, FOSFOR DAN KALIUM PUPUK  
ORGANIK CAIR DAUN KELOR (*Moringa oleifera L.*) HASIL  
FERMENTASI MENGGUNAKAN EM4**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
PUTRI IKA SAFITRI SUSILO  
NIM. 14630008**



**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2021**

**PENENTUAN KADAR NITROGEN, FOSFOR DAN KALIUM PUPUK  
ORGANIK CAIR DAUN KELOR (*Moringa oleifera L.*) HASIL  
FERMENTASI MENGGUNAKAN EM4**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
PUTRI IKA SAFITRI SUSILO  
NIM. 14630008**

**Diajukan Kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2021**

**PENENTUAN KADAR NITROGEN, FOSFOR DAN KALIUM PUPUK  
ORGANIK CAIR DAUN KELOR (*Moringa oleifera* L.) HASIL  
FERMENTASI MENGGUNAKAN EM4**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
PUTRI IKA SAFITRI SUSILO  
NIM. 14630008**

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:  
Tanggal: 21 Juni 2021**

**Pembimbing I**



**Rif'atul Mahmudah, M.Si  
NIDT. 19830125 20160801 2 068**

**Pembimbing II**



**Ach. Nasichuddin, M.A  
NIP. 19730705 200003 1 002**

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi**





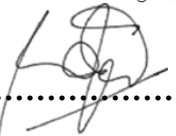

**Elok Kamilah Hayati, M.Si  
NIP. 19790620 200604 2 002**

**PENENTUAN KADAR NITROGEN, FOSFOR DAN KALIUM PUPUK  
ORGANIK CAIR DAUN KELOR (*Moringa oleifera* L.) HASIL  
FERMENTASI MENGGUNAKAN EM4**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
PUTRI IKA SAFITRI SUSILO  
NIM. 14630008**

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal : 21 Juni 2021**

<b>Penguji Utama</b>	<b>: Diana Candra Dewi, M.Si</b> NIP. 19770720 200312 2 001	 (.....)
<b>Ketua Penguji</b>	<b>: Febi Yusniyanti, S.Si, M.Sc</b> LB. 68004	 (.....)
<b>Sekretaris Penguji</b>	<b>: Rif'atul Mahmudah, M.Si</b> NIDT. 19830125 20160801 2 068	 (.....)
<b>Anggota Penguji</b>	<b>: Ach. Nasichuddin, M.A</b> NIP. 19730705 200003 1 002	 (.....)

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi**



**Elok Kamilah Hayati, M.Si**  
NIP. 19790620 200604 2 002

## PERNYATAAN ORISINILITAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Putri Ika Safitri Susilo

NIM : 14630008

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Penentuan Kadar Nitrogen, Fosfor dan Kalium Pupuk Organik Cair Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Hasil Fermentasi Menggunakan EM4

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan saya atau pikiran saya, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 28 Juni 2021  
Yang membuat pernyataan



Putri Ika Safitri Susilo  
14630008

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Karya ini saya persembahkan kepada diri saya sendiri karena telah bertahan dan berjuang sampai sejauh ini. Dengan segala lika liku perjalanan yang tidak mudah untuk mencapai sebuah gelar S.Si.

Teruntuk orang tua tercinta Ayah Purwanto Susilo, Bapak M. Rudjikin, Bunda Pujiah terimakasih untuk doa restu, kesabaran, keyakinan dan pengorbanannya. Beliau semua dengan sabar memberikan kasih sayang dan bimbingan yang luar biasa untukku.

Teruntuk adikku sayang Khoirun Nisa' terimakasih selalu memberikan pelukan hangat, semangat dan doanya untuk keberhasilan ini.

Teruntuk teman-teman yang sudah seperti saudara selama tinggal di perantauan. Terimakasih banyak sudah banyak membantu dan meyakinkan dalam segala hal, terimakasih menjadi tempat pulang ternyaman selain pelukan keluarga di rumah.

## **MOTTO**

*“Seberapapun banyak kalimat motivasi yang kita baca tidak akan berpengaruh sedikitpun pada kesuksesan kita jika kita tidak ada tekad kuat untuk bergerak dan berusaha”*

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian yang berjudul ***“Penentuan Kadar Nitrogen, Fosfor dan Kalium Pupuk Organik Cair Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Hasil Fermentasi Menggunakan EM4”***.

Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing kita ke jalan yang benar, yaitu jalan yang diridhai Allah SWT. Proposal penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program S-1 (Strata-1) di Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulisan Proposal penelitian ini tidak luput dari bantuan semua pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Orang tua penulis, Bapak Purwanto Susilo (Alm), Bapak M. Rudjikin (Alm), Ibu Pujiah, adek Khorun Nisa' serta saudara yang telah banyak memberikan perhatian, nasihat, doa, dan dukungan baik moril maupun materil kepada penulis yang tak mungkin terbalaskan.
2. Bapak Prof. Dr. H. Abd. Haris, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si selaku ketua jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus selaku pembimbing utama penelitian yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberi pengarah, nasehat dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini.
5. Bapak A. Nasichuddin, M.A selaku pembimbing agama penelitian yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberi pengarah, nasehat dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini.



6. Seluruh dosen jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mengalirkan ilmu, pengetahuan, pengalaman, wacana dan wawasannya, sebagai pedoman dan bekal bagi penulis.
7. Teman-teman seperjuangan yang selalu mengingatkan dan memberi semangat serta masukan agar naskah ini segera terselesaikan
8. Diri sendiri yang sudah berjuang, bertahan dan menyelesaikan kewajiban ini sampai akhir.
9. Seluruh pihak yang terkait secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah ikut memberikan bantuan dan motivasi selama pembuatan proposal penelitian ini sampai dengan terselesaikannya proposal ini.

Penulis menyadari adanya kekurangan dan keterbatasan dalam proposal penelitian ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi penyempurnaan proposal penelitian ini. Akhir kata, penulis berharap semoga proposal penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua, yaitu bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya. Aamiin.

Malang, 28 Juni 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
ABSTRAK .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
مستخلص البحث .....	xvi

### BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar belakang .....	1
1.2	Rumusan masalah.....	5
1.3	Tujuan .....	6
1.4	Batasan masalah .....	6
1.5	Manfaat penelitian .....	6

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Tumbuhan dalam Perspektif Islam .....	7
2.2	Tanaman Kelor .....	8
2.3	Kandungan dan Nutrisi Daun Kelor .....	10
2.4	Pengaruh Kandungan Nitrogen, Fosfor dan Kalium pada Kualitas Pupuk .....	12
2.5	Pemanfaatan Daun Kelor sebagai Pupuk Organik Cair .....	14
2.6	Fermentasi dengan Bakteri EM4.....	15
2.7	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Fermentasi dalam Pembuatan Pupuk Cair Organik .....	17
2.8	Prinsip Analisis Nitrogen menggunakan Metode Khjeldal .....	18
2.9	Prinsip Analisis Fosfor dengan Spektrofotometer.....	21
2.10	Prinsip Analisis Kalium dengan AAS .....	23

### BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian .....	25
3.2	Alat dan Bahan .....	25
3.2.1	Alat-alat penelitian .....	25
3.2.2	Bahan .....	25
3.3	Rancangan Penelitian .....	26
3.4	Tahapan Penelitian .....	26
3.5	Pelaksanaan Penelitian .....	27
3.5.1	Preparasi sampel (biomassa <i>Moringa oleifera</i> ) .....	27

3.5.2	Pembuatan Larutan untuk Proses Fermentasi .....	27
3.5.3	Pembuatan Pupuk Cair Organik (Yuliani, 2017) .....	27
3.5.4	Analisis pH dan Suhu .....	28
3.5.5	Uji Kadar Nitrogen Organik .....	29
3.5.5.1	Pembuatan Larutan Destruksi.....	29
3.5.5.2	Pembuatan Larutan Penghilang Amonia .....	30
3.5.5.3	Identifikasi Golongan Senyawa Aktif dengan Menggunakan Metode Kjeldahl untuk Senyawa Nitrogen (SNI 06-6989.52-2005) .....	30
3.5.6	Uji Kadar $P_2O_5$ Total.....	31
3.5.6.1	Pembuatan Larutan Campuran .....	31
3.5.6.2	Pembuatan Larutan Blanko.....	31
3.5.6.3	Pembuatan Larutan Standar $P_2O_5$ .....	31
3.5.6.4	Pembuatan Kurva Kalibrasi .....	31
3.5.6.5	Pengujian Sampel .....	31
3.5.7	Uji Kadar Kalium Total .....	31
3.5.7.1	pembuatan Standar Kalium.....	31
3.5.7.2	identifikasi Golongan Senyawa Aktif Kalium dengan Menggunakan AAS untuk Senyawa Kalium .....	31
3.5.8	Analisis Data .....	31

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Preparasi Daun Kelor .....	35
4.2	Preparasi Bioaktivator EM4 .....	36
4.3	Preparasi Pupuk Cair Daun Kelor .....	36
4.4	Hasil Pengamatan Fermentasi Pupuk Cair .....	37
4.5	Analisis pH dan Suhu .....	39
4.6	Analisis Kadar Nitrogen pada Pupuk Cair Daun Kelor .....	40
4.7	Analisis Kadar Fosfor Total pada Pupuk Cair Daun Kelor.....	46
4.8	Analisis Kadar Kalium Total pada Pupuk Cair Daun Kelor .....	49
4.9	Pemanfaatan Daun Kelor dalam Tinjauan Islam .....	52

#### **BAB V PENUTUP**

5.1	Kesimpulan .....	57
5.2	Saran.....	58

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	59
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	65
-----------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Moringa oleifera</i> L .....	9
Gambar 4.1 Gambar (a) Pupuk Cair Daun Kelor dengan Pelarut Air. (b) Pupuk Cair Daun Kelor dengan Pelarut EM4.....	38
Gambar 4.2 Gambar (a) Analisis pH Pupuk Cair Daun Kelor dengan Pelarut Air (b) Analisis pH Pupuk Cair Daun Kelor dengan Pelarut EM4.....	38
Gambar 4.3 Grafik Kadar Nitrogen pada Pupuk Cair Organik Daun Kelor Pelarut EM4 dan Air .....	46
Gambar 4.4 Grafik Kadar Fosfor pada Pupuk Cair Organik Daun Kelor pelarut EM4 dan Air .....	49
Gambar 4.5 Gambar Sebelum dan Sesudah Penambaha H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	50
Gambar 4.6 Grafik Kadar Kalium pada Pupuk Cair Organik Daun Kelor Pelarut EM4 dan Air .....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Nutrisi Daun Kelor Segar (per 100 gr) .....	11
Tabel 2.2 Syarat Teknis Minimal Pupuk Organik Cair Menurut Pemerintah.....	13
Tabel 2.3 Warna Panjang Gelombang Sinar Tampak.....	22
Tabel 3.1 Analisis Nitrogen, Fosfor dan Kalium dengan dan tanpa Penambahan EM4 dan Menggunakan Variasi Waktu Fermentasi .....	28
Tabel 3.2 Penentuan pH dan Suhu Optimum Sampel Terhadap Parameter Kualitas Sampel.....	29
Tabel 4.1 Hasil Parameter pH dan Suhu Pupuk Cair Daun Kelor .....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Skema Kerja .....	65
Lampiran 2 Perhitungan .....	73

## ABSTRAK

Susilo, P.I.S. 2021. *Penentuan Kadar Nitrogen, Fosfor dan Kalium Pupuk Organik Cair Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Hasil Fermentasi Menggunakan EM4*. Skripsi. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Rif'atul Mahmudah, M.Si; Pembimbing II: Ach. Nasichuddin, M.A.

---

**Kata Kunci :** Daun Kelor (*Moringa Oleifera* L.), Lama Fermentasi, Pupuk Organik Cair.

Kelor (*Moringa oleifera* L.) merupakan tanaman yang banyak dimanfaatkan dalam bidang bioteknologi dan pertanian. Daun kelor memiliki potensi salah satunya mendukung nutrisi tanah dan telah banyak digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah. Melihat manfaatnya yang beragam maka diperlukan penelitian terkait perbedaan kadar lama fermentasi dengan dan tanpa bioaktivator EM4 pada pupuk organik cair daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap kandungan nitrogen, fosfor dan kalium.

Penambahan bioaktivator EM4 dan variasi lama fermentasi pada pupuk organik cair daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap kandungan nitrogen, fosfor dan kalium, dilakukan variasi lama fermentasi 0, 7, 14, 21 dan 28 hari dengan dan tanpa penambahan larutan EM4. Hasil dari variasi fermentasi kemudian dilakukan analisis nitrogen total menggunakan metode kjeldahl, analisis fosfor menggunakan alat spektrofotometer dan proses analisis kalium dengan menggunakan alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA) pada masing masing sampel dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

Hasil analisis nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) berdasarkan variasi lama waktu fermentasi dengan dan tanpa menggunakan EM4 menghasilkan pupuk organik cair daun kelor pada analisis nitrogen total variasi penggunaan EM4 kadar optimum terjadi pada hari ke-21 sebesar 216,75 ppm, sedangkan tanpa penggunaan EM4 kadar optimum terjadi pada hari ke-7 sebesar 336 ppm. Kadar optimum pada fosfor dalam bentuk senyawa  $P_2O_5$  dengan dan tanpa penambahan EM4 terjadi pada hari ke-14 yaitu sebesar 80,095 ppm dan 74,38 ppm. Kadar optimum untuk analisis kalium pada pupuk cair daun kelor terjadi pada hari ke-28 sebesar 0,829333 ppm dan tanpa penggunaan EM4 kadar optimum terjadi pada hari ke-7 sebesar 0,826667 ppm.

## ABSTRACT

Susilo, P.I.S. 2021. *Determination of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Levels Liquid Organic Fertilizer Moringa Leaves (Moringa oleifera L.) Fermentation Results Using EM4*. Thesis. Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, The State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Rif'atul Mahmudah, M.Si; Supervisor II: Ach. Nasichuddin, M.A.

---

**Keywords :** *Moringa Oleifera L*, Fermentation Time, Liquid Organic Fertilizer.

Moringa (*Moringa oleifera L.*) is a plant that is widely used in the fields of biotechnology and agriculture. Moringa leaves have the potential to support soil nutrition and have been widely used to increase soil fertility. Seeing the various benefits, it is necessary to conduct research related to differences in the fermentation time with and without EM4 bioactivator in liquid organic fertilizer from Moringa leaves (*Moringa oleifera L.*) on Nitrogen, Phosphorus and potassium content.

The addition of EM4 bioactivator and variation of fermentation time in liquid organic fertilizer of Moringa leaf (*Moringa oleifera L.*) on nitrogen, phosphorus and potassium content, variations in fermentation time of 0, 7, 14, 21 and 28 days with and without the addition of EM4 solution. The results of the fermentation variations were then analyzed for total nitrogen using Kjeldahl method, phosphorus analysis using a spectrophotometer and potassium analysis using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) on each sample repeated 3 times.

The results of Nitrogen (N), Phosphorus (P) and Potassium (K) based on variations in fermentation time with and without EM4 resulted in liquid organic fertilizer from Moringa leaves on total nitrogen analysis, variation in the use of EM4 optimum levels occurred on the 21<sup>st</sup> day of 216.75 ppm while without the use of EM4 the optimum levels occur on the 7<sup>th</sup> day of 336 ppm. The optimum levels of Phosphorus in the form of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> compound with and without the addition of EM4 occurred on the 14<sup>th</sup> day 80.095 ppm and 74.38 ppm. The optimum level for potassium analysis in Moringa leaf liquid fertilizer occurred on the 28<sup>th</sup> day of 0.829333 ppm and without the use of EM4 the optimum level occurred on the 7<sup>th</sup> day of 0.826667 ppm.



## مستخلص البحث

سوسيلو ، ف. إ. س. 2021. تقدير مستويات النيتروجين و الفوسفور و البوتاسيوم في السماد العضوي السائل من أوراق المورينجا (*Moringa oleifera L.*) المخمرة باستخدام EM4. البحث العلمي. قسم الكيمياء ، كلية العلوم و التكنولوجيا ، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرقة الأولى: رفعة المحمودة الماجستير ، المشرف الثاني: أحمد ناصح الدين الماجستير.

الكلمات الرئيسية: أوراق المورينجا (مورينغا أوليفيرا / *L.*) ، التخمير الطويل، الأسمدة العضوية السائلة

المورينجا (*Moringa oleifera L.*) هو نبات يستخدم على نطاق واسع في مجالات التكنولوجيا الحيوية و الزراعة. أوراق المورينجا لديها القدرة على دعم تغذية التربة وقد استخدمت على نطاق واسع لزيادة خصوبة التربة. بالنظر إلى الفوائد المختلفة ، من الضروري إجراء بحث يتعلق بالاختلافات في مدة التخمير مع وبدون المنشط الحيوي EM4 في السماد العضوي السائل من أوراق المورينجا (*Moringa oleifera L.*) على محتوى النيتروجين و الفوسفور و البوتاسيوم.

أدت إضافة المنشط الحيوي EM4 و الاختلافات في زمن التخمير لأوراق المورينجا (*Moringa oleifera L.*) إلى السماد العضوي السائل على محتوى النيتروجين و الفوسفور و البوتاسيوم ، إلى تغيير زمن التخمير من 0 ، 7 ، 14 ، 21 و 28 يومًا مع وبدون إضافة محلول EM4. ثم تم تحليل نتائج تبين التخمير للنيتروجين الكلي باستخدام طريقة كيلدال و تحليل الفوسفور باستخدام مقياس الطيف الضوئي و تحليل البوتاسيوم باستخدام مطيافية الامتصاص الذري (SSA) على كل عينة مكرر 3 مرات.

نتائج تحليل النيتروجين (*N*) و الفوسفور (*P*) و البوتاسيوم (*K*) بناءً على الاختلافات في طول فترة التخمير مع و بدون استخدام EM4 ينتج سماد عضوي سائل لأوراق المورينجا وفقًا لللائحة وزير الزراعة رقم 28/فريميتان/2009/2/OT.140. نتج عن مجموع النيتروجين الذي تم الحصول عليه في تحليل سماد أوراق المورينجا السائل باستخدام EM4 مستويات مثلى في اليوم الحادي والعشرين تبلغ 216.75 جزء في المليون بينما بدون استخدام EM4 حدثت المستويات المثلى في اليوم السابع من 336 جزء في المليون. حدثت المستويات المثلى للفوسفور في شكل مركبات  $P_2O_5$  مع وبدون إضافة EM4 في اليوم الرابع عشر من 80.095 جزء في المليون و 74.38 جزء في المليون. حدث المستوى الأمثل لتحليل البوتاسيوم في سماد أوراق المورينجا السائل في اليوم الثامن والعشرين من 0.829333 جزء في المليون و بدون استخدام EM4 حدث المستوى الأمثل في اليوم السابع و هو 0.826667 جزء في المليون.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kelor (*Moringa oleifera* L.) merupakan tanaman yang memiliki manfaat dalam bidang pengobatan herbal, selain itu kelor yang mudah tumbuh dengan cepat memiliki nilai gizi yang baik dan juga memiliki nutrisi yang banyak dimanfaatkan dalam bidang bioteknologi. Menurut Small (2012) tanaman Kelor disebut sebagai *miracle tree* dikarenakan seluruh bagian dari tanaman kelor dapat dimanfaatkan hal ini menjadikan peneliti memutuskan untuk menggunakan daun kelor sebagai bahan uji. Manfaat yang terdapat pada tumbuhan-tumbuhan di muka bumi ini sesuai dengan kandungan pada surat Asy Syu'araa ayat 7 yaitu:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya : *Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh – tumbuhan yang baik (Q.S asy Syu'araa ayat 7)*

Surat Asy Syu'araa ayat 7 menjelaskan bahwa di bumi ini banyak ditumbuhkan berbagai macam tumbuhan yang dapat bermanfaat bagi manusia. Tumbuhan itu mulia dengan segala kehidupan yang ada di dalamnya yang bersumber dari Allah SWT. Ayat tersebut mengisyaratkan kepada manusia untuk menjaga dan memanfaatkan dengan baik ciptaan Allah SWT dengan sikap menjaga dan merawat agar keberadaannya bisa dimanfaatkan dengan baik (Quthb, 2004).

Kelor merupakan tumbuhan ciptaan Allah dengan yang kaya akan manfaat dan juga potensinya. Salah satu potensi pada daun kelor adalah mendukung nutrisi

tanah yang berkelanjutan, sehingga telah banyak digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah (Adiaha, 2017). Tumbuhan kelor berasal dari kaki bukit Selatan Himalaya dan India, kelor dan budidayanya sudah menyebar dari Benua Afrika hingga Asia Barat (Somalia dkk, 1984; Mughal dkk, 1999). Kelor merupakan tanaman yang dapat tumbuh di berbagai iklim tropis atau subtropis. Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis sehingga kelor dapat tumbuh dengan baik dan subur. Masyarakat Indonesia tidak asing dengan tanaman kelor, namun dalam pemanfaatannya masih kurang maksimal. Pemanfaatan daun kelor hanya sebatas di konsumsi sebagai sayur dan digunakan sebagai pakan ternak.

Kelor efektif dan produktif digunakan sebagai produksi pupuk hayati dikarenakan mengandung nitrogen 4,02%, fosfor 1,17%, kalium 1,80%, kalsium 12,3%, magnesium 0,10%, dan natrium 1,16%. Kandungan tersebut cukup untuk meningkatkan kesuburan tanah dan membantu perkecambahan tanaman (Adiaha, 2017). Kandungan nitrogen pada pupuk organik cair digunakan sebagai nutrisi pertumbuhan mikroorganisme dekomposer. Selain mineral tersebut tanaman kelor juga mengandung hormon sitokinin, yaitu hormon yang dapat menginduksi pembelahan sel, pertumbuhan, penundaan penuaan sel, serta hormon tanaman yang mendorong pertumbuhan sel baru (Krisnadi, 2012). Kandungan mineral dan sitokinin yang terdapat dalam pupuk cair daun kelor jika disemprotkan ke daun bawang, paprika, kacang kedelai, cabai, dan jagung dapat meningkatkan hasil tanaman (Fuglie, 2000). Hasilnya panen tanaman yang diberi pupuk cair daun kelor sebesar 20–35% lebih besar dari pada panen tanaman tanpa diberi pupuk cair daun kelor (Foidl dkk, 2001).

Pupuk daun kelor merupakan pupuk organik yang digunakan sebagai alternatif untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik (kimia), hal ini dikarenakan pupuk anorganik dapat meninggalkan residu kimia berbahaya bagi lingkungan. Penggunaan pupuk organik merupakan salah satu penanggulangan permasalahan tersebut. Upaya pemanfaatan pupuk organik dikarenakan sifatnya yang dapat memperbaiki kondisi tanah sebab memiliki kandungan unsur hara yang lengkap (Ratrinia dkk, 2014). Pupuk organik sendiri terdiri dari dua jenis, yaitu pupuk organik padat dan pupuk organik cair. Kandungan pupuk organik cair sama seperti kompos yang mengandung nitrogen, fosfor, dan kalium. Pengaruh dari pemberian pupuk organik cair akan memudahkan penyerapan terhadap air dengan memperbaiki kemampuan tanah dalam mengikat air, mengurangi erosi tanah, memberikan lingkungan yang baik untuk pertumbuhan biji dan akar (Dalimartha, 1999). Penelitian yang dilakukan Hadisuwito, (2007) membuktikan bahwa penggunaan pupuk organik cair, secara cepat dapat mengatasi defisiensi hara, mampu menyediakan hara secara cepat sehingga dapat langsung diserap oleh tumbuhan. Penggunaan pupuk organik cair pada umumnya tidak akan merusak tanah dan tanaman walaupun digunakan terlalu sering. Pupuk organik cair salah satunya berasal dari daun lamtoro yang mengandung nitrogen yang berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan ubi jalar dan memperbaiki sifat fisika tanah (Haryanto dkk, 2000).

Daun kelor yang digunakan dalam penelitian, terlebih dahulu harus dicacah menjadi bagian yang kecil-kecil atau halus. Daun kelor yang sudah dicacah diberi perlakuan variasi fermentasi. Fermentasi merupakan proses perubahan kimia pada substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan

oleh mikroorganisme. Proses fermentasi akan menghasilkan perombakan bahan organik dengan bantuan mikroorganisme atau bioaktivator untuk memacu kelangsungan fermentasi. Mikroorganisme inilah yang digunakan untuk menjaga keseimbangan karbon (C) dan nitrogen (N) yang menjadi faktor penentu dalam proses fermentasi (Wijaya, 2008). Penggunaan *Effective Microorganisme* (EM4) dalam mempercepat pembuatan pupuk cair bertujuan untuk mempercepat proses fermentasi, selain itu penambahan EM4 dapat meningkatkan kualitas pupuk organik (Hadisuwito, 2007). *Effective Microorganisme* merupakan kultur campuran berbagai jenis mikroorganisme yang bermanfaat (bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, ragi, aktinomisetes dan jamur fermentasi) yang dapat meningkatkan keragaman mikroba tanah (Siboro dkk, 2013). Mikroorganisme yang terdapat di dalam EM4 berkisar 80 jenis dan akan menghasilkan pupuk yang baik. Penelitian Ratrinia dkk (2014) membuktikan menambahkan EM4 memberikan mutu yang lebih baik dengan meningkatnya kadar karbon, nitrogen, fosfor, kalium, dan pH jika dibandingkan dengan tanpa menambahkan EM4. Selain perbandingan penggunaan EM4 dan tanpa EM4 dilakukan juga variasi waktu untuk mencari waktu optimum pupuk cair organik bekerja. Hasil penelitian variasi lama fermentasi selama 4, 8, dan 12 hari menghasilkan kandungan fosfat total dan kalium total yang berbeda. Waktu fermentasi optimal untuk mendapatkan kalium total yang baik adalah selama 12 hari, sedangkan untuk fosfat total pada waktu fermentasi 8 hari (Yuliani, 2017).

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa pupuk organik cair yang terbuat dari daun kelor (*Moringa oleifera L*) memiliki kandungan mineral untuk tanaman. Penelitian Makiyah (2013) melakukan pengujian menggunakan metode

kjeldahl dan AAS sebagai analisis nitrogen, fosfor, dan kalium untuk mengetahui waktu optimum lama fermentasi dan pengaruh penambahan tanaman matahari Meksiko terhadap kadar nitrogen, fosfor dan kalium pada pupuk organik cair yang dibuat. Hal ini menjadikan pupuk organik cair daun kelor perlu dilakukan penelitian mengenai uji kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium. Hasil penelitian yang diperoleh diharapkan dapat memberikan pengetahuan tentang pupuk organik cair daun kelor (*Moringa oleifera L*) yang memiliki manfaat untuk pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan kajian di atas, peneliti tertarik untuk melakukan pengujian terhadap kandungan nitrogen, fosfor dan kalium pada pupuk cair organik daun kelor dengan menggunakan variasi waktu lama fermentasi dan pengaruh penambahan dan tanpa penambahan EM4. Penggunaan daun kelor sebagai bahan uji karena kandungan mineral dan hormon yang dihasilkan oleh pupuk organik cair daun kelor dapat meningkatkan kesuburan tanah (Adiaha, 2007). Analisis dilakukan dengan menggunakan beberapa metode seperti pada nitrogen menggunakan metode kjeldahl, fosfor menggunakan spektrofotometer dan kalium menggunakan AAS.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Barapa kadar nitrogen pada pupuk organik cair daun kelor hasil fermentasi tanpa dan dengan menggunakan EM4?
2. Barapa kadar fosfor pada pupuk organik cair daun kelor hasil fermentasi tanpa dan dengan menggunakan EM4?

3. Barapa kadar kalium pada pupuk organik cair daun kelor hasil fermentasi tanpa dan dengan menggunakan EM4

### **1.3 Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kadar nitrogen pada pupuk organik cair daun kelor hasil fermentasi tanpa dan dengan menggunakan EM4
2. Untuk mengetahui kadar fosfor pada pupuk organik cair daun kelor hasil fermentasi tanpa dan dengan menggunakan EM4
3. Untuk mengetahui kadar kalium pada pupuk organik cair daun kelor hasil fermentasi tanpa dan dengan menggunakan EM4

### **1.4 Batasan Masalah**

1. Daun kelor yang digunakan adalah daun kelor yang berasal dari Kota Blitar
2. Pembuatan pupuk cair daun kelor dilakukan dengan penambahan dan tanpa penambahan EM4
3. Pembuatan pupuk cair daun kelor dilakukan dengan variasi lama fermentasi

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai cara membuat pupuk cair organik yang berasal dari daun kelor dengan tingkat keefektifan dan cara identifikasi yang tepat, sehingga dapat dikembangkan untuk meningkatkan ilmu pengetahuan dan juga dapat diaplikasikan untuk kepentingan masyarakat.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tumbuhan dalam Perspektif Islam

Tumbuhan merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki nilai khusus dengan manfaat yang terkandung didalamnya. Tujuannya agar manusia selalu mengingat akan kekuasaan Allah SWT terutama bagi kaum yang mau berfikir, mengkaji dan melakukan penelitian ilmiah (Mahran dan Mubasyir, 2006). Adapun tumbuhan-tumbuhan yang terdapat didalam Al-Qur'an antara lain adalah buah tin, buah zaitun, buah kurma, anggur, delima, labu dan pisang. Tumbuh-tumbuhan ini memiliki banyak manfaat dan banyak pula dimanfaatkan oleh masyarakat selain untuk dikonsumsi secara langsung, banyak juga yang diekstrak untuk dijadikan obat-obatan dan seperti buah zaitun diolah untuk diambil minyaknya. Tumbuh-tumbuhan tersebut menunjukkan betapa kuasa Allah telah menumbuhkan berbagai tanaman yang ada di dunia ini tidak ada yang sia-sia. Tumbuhan yang diciptakan dengan berbagai bentuk, ukuran, manfaat, warna, rasa, bau, dan lain-lain selalu mempunyai hikmah yang besar. Hal ini terdapat dalam surat Luqman 10:

خَلَقَ السَّمَوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا ۚ وَالْأَرْضَ فِي أَلْفَيِّ فِي الْأَرْضِ رَوَيْتَ أَنْ تَمِيدَ بِكُمْ وَبَثَّ  
فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ ۚ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿١٠﴾

Artinya : *Dia menciptakan langit tanpa tiang yang kamu melihatnya dan Dia meletakkan gunung-gunung (di permukaan) bumi supaya bumi itu tidak menggoyangkan kamu; dan memperkembangkan biakkan padanya segala macam jenis binatang. Dan kami turunkan air hujan dari langit, lalu kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik (Qs. Luqman: 10).*



Aljazairi (2008) pada tafsir al Aisar menjelaskan surat Luqman ayat 10 bahwa setiap jenis tumbuh-tumbuhan yang baik adalah yang tidak berbahaya. Tumbuhan yang baik memiliki keanekaragaman warna yang indah dengan banyak manfaat (DEPAG, 2010). Kata زَوْجٌ berarti pasangan. Pasangan yang dimaksud ayat ini adalah pasangan tumbuh-tumbuhan, karena tumbuhan muncul di celah-celah tanah yang terhampar di bumi. Demikian ayat ini mengisyaratkan bahwa tumbuh-tumbuhan memiliki pasangan-pasangan guna pertumbuhan dan perkembangannya. Kata كَرِيمٌ digunakan untuk menggambarkan segala sesuatu yang baik, subur dan bermanfaat bagi setiap objek yang disifatinya (Shihab, 2002). Salah satu tanaman yang memiliki berbagai macam manfaat baik untuk manusia maupun hewan adalah tanaman kelor. Nur (2017) mengartikan daun kelor sebagai sesuatu yang sempit dan kecil, ini dikarenakan tidak banyak yang tahu manfaat harfiah daun kelor yang sesungguhnya sangat luas. Kelor dapat dimanfaatkan dalam bidang kesehatan sebagai obat anti kanker, dalam bidang pangan sebagai tanaman yang kaya akan nutrisi dan yang mulai dikembangkan kelor dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan pupuk.

## 2.2 Tanaman Kelor

Tanaman kelor (*Moringa oleifera* L) merupakan jenis tanaman perdu yang tingginya mencapai 7-11 meter yang mudah dibiakkan dan tidak memerlukan perawatan intensif. Apabila tumbuh di dataran rendah ketinggiannya akan mencapai 1000 meter di atas permukaan laut. Sedangkan jika tumbuh di daerah tropis dan subtropis pada semua jenis tanah, mampu bertahan di musim kering dengan toleransi kekeringan sampai dengan 6 bulan (Krisnadi, 2015; Simbolan dkk, 2007). Kelor merupakan jenis tanaman yang memiliki umur panjang dengan

batang berkayu, tegak, berwarna putih kotor, berkulit tipis dengan permukaan yang kasar.



Gambar 2.1 *Moringa oleifera* L

Berdasarkan Gambar 2.1 dapat dilihat daun kelor (*Moringa oleifera* L) berwarna hijau, tipis, berbentuk silinder dengan sisi atas pipih, menebal pada pangkal, permukaannya halus, panjang dan lebarnya 1–2 cm. Susunan tulang daun menyirip, tangkai daun berbentuk silinder dengan sisi berbentuk pipih menebal pada pangkalnya. Tepi daun kelor rata dan memiliki selaput lilin. Jenis daun majemuk menyirip gasal rangkap tiga tidak sempurna (Krisnadi, 2015). Tanaman berumur panjang ini berbunga sepanjang tahunnya, bunganya berwarna putih kekuningan terletak pada ketiak daun sedangkan tudung dari pelepah bunganya berwarna hijau mengeluarkan bau semerbak (Palupi dkk, 2017). Buah dari tanaman kelor memiliki panjang 20–60 cm, ketika masih muda buahnya berwarna hijau namun setelah tua warnanya akan menjadi coklat. Kulit dari biji kelor berbentuk bulat dengan warna coklat kehitaman, sedangkan biji kelor berwarna putih (Tilong, 2012).

Tanaman kelor (*Moringa oleifera* L) memiliki klasifikasi sebagai berikut

(Aminah dkk, 2015):

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Brassicales
Familia	: Moringaceae
Genus	: Moringa
Spesies	: Moringa oleifera Lamk

Akar, batang, daun, bunga, buah dan bijinya dapat dimanfaatkan sehingga tanaman ini mendapatkan julukan *The Miracle Tree*, meskipun begitu pemanfaatan bagian tanaman kelor masih terbatas. Bagian dari tanaman kelor yang umum dimanfaatkan oleh masyarakat adalah daunnya. Daun kelor pada beberapa daerah digunakan untuk memandikan jenazah, meluruhkan jimat, dan selain itu daun kelor yang telah berwarna hijau tua digunakan untuk membuat tepung (Dewi dkk, 2016).

### **2.3 Kandungan dan Nutrisi Daun Kelor**

Daun kelor merupakan bagian yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat dan juga bagian yang banyak diteliti kandungan gizi dan kegunaannya. Kandungan senyawa pada daun kelor yang terbaik terletak pada bagian atas atau pucuknya (Sugianto, 2016). Penelitian yang dilakukan Ojiako (2014) menganalisis ekstrak daun kelor menggunakan senyawa organik n-heksana, etanol, dan etil asetat menghasilkan senyawa tanin, saponin, dan fenol. Kandungan lain yang terdapat pada daun kelor adalah flavonoid dan polifenol yang memiliki fungsi sebagai antimikroba (Veronika dkk, 2017). Senyawa-senyawa tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati, yang tidak meninggalkan residu karena dapat terurai dan mengalami degradasi dengan

bantuan cahaya matahari secara cepat (Laras, 2019). Kandungan lain yang terdapat di dalam daun kelor adalah 19 asam amino, dimana 10 diantaranya adalah asam amino yang penting (Moyo dkk, 2011).

Berdasarkan penelitian Gopalakrishnan dkk (2016) kandungan senyawa kelor meliputi nutrisi, mineral, dan vitamin. Kandungan kelor ini diketahui berkali lipat lebih banyak dibandingkan dengan sumber nutrisi yang lainnya. Data penelitian membandingkan kandungan nutrisi daun kelor segar, telah dilakukan pengeringan, dan telah menjadi serbuk kandungan senyawa dari kelor dapat dilihat pada Tabel 2.1

**Tabel 2.1 Kandungan nutrisi daun kelor segar, kering, dan serbuk (per 100 gr)**

<b>Kandungan Nutrisi</b>	<b>Daun Segar</b>
Kalori (cal)	92
Protein (g)	6,7
Lemak (g)	1,7
Karbohidrat (g)	12,5
Serat (g)	0,9
Kalsium (mg)	440
Magnesium(mg)	42
Phospor (mg)	70
Potassium (mg)	259
Tembaga (mg)	0,07
Besi (mg)	0,85
Sulphur (mg)	-
Vitamin B1 (mg)	0,06
Vitamin B2 (mg)	0,05
Vitamin B3 (mg)	0,8
Vitamin C (mg)	220
Vitamin E (mg)	448

Sumber: Gopalakrishnan dkk (2016)

## **2.4 Pengaruh Kandungan Nitrogen, Fosfat dan Kalium pada Kualitas Pupuk**

Pupuk merupakan material yang penting untuk pertumbuhan tanaman, hal ini dikarenakan pupuk memiliki sejumlah nutrisi yang diperlukan oleh tanaman. Unsur hara makro dan mikro yang cukup untuk pertumbuhan tanaman sangat dibutuhkan di dalam kandungan pupuk. Berdasarkan asalnya pupuk dibagi menjadi dua, yaitu pupuk organik seperti pupuk kandang, kompos, humus, dan pupuk hijau. Pupuk anorganik contohnya seperti urea (pupuk N), TSP atau SP-36 (pupuk P), KCl (pupuk K). Jenis pupuk kompos dan pupuk yang berasal dari daun mengandung unsur yang lengkap atau keseluruhan tersebut (Lingga dan Marsono, 2007). Pemberian pupuk bagi tanaman sangat penting selain dapat menambah kandungan unsur hara dalam tanah juga dapat memperbaiki daya tahan tanaman, karena selama proses pemupukan akan terjadi pelepasan satu atau lebih jenis kation dalam tanah. Ion – ion bebas itulah yang akan dengan mudah diserap oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhan tanaman (Hananto, 2012). Penggunaan pupuk organik dapat mengikat unsur hara dalam tanah sehingga tidak mudah tercuci dan dapat memenuhi kebutuhan tanaman dengan seimbang. Pupuk organik mampu memperbaiki keasaman pada tanah, sehingga penggunaan dalam jangka panjang dapat menghasilkan tanah yang baik apabila terus memperhatikan dan mempertahankan kadar bahan organik yang tersedia di dalam tanah. Tanah yang cenderung basa dengan pemberian pupuk organik akan menurunkan pH tanah. Sifat biologi tanah juga akan diperbaiki dengan menggunakan pupuk organik, selain itu pupuk organik dapat merangsang pertumbuhan mikroorganisme yang berguna bagi tanaman untuk mengikat unsur hara yang berada di dalam tanah maupun di udara (Pranata, 2004). Penggunaan bahan organik juga harus

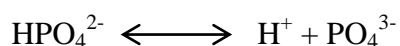
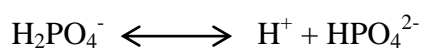
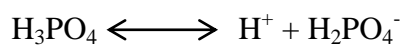
memperhatikan kadar yang sesuai, sehingga tidak menyebabkan imobilisasi. Imobilisasi adalah keadaan dimana berkurangnya unsur hara di dalam tanah karena penurunan aktivitas mikroba. Peran pemerintah penting dalam menetapkan standar mutu dalam pupuk organik cair, adapun standar mutu pupuk cair yang ditetapkan oleh pemerintah dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Syarat teknis minimal pupuk organik cair menurut pemerintah

No	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1.	C-organik	% (w/v)	Minimum 10
	Hara makro:		
2.	N	% (w/v)	< 2-6
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% (w/v)	< 2-6
	K <sub>2</sub> O	% (w/v)	< 2-6
3.	N-organik	% (w/v)	Minimum 0,5
	Hara mikro**		
	Fe total	ppm	90-900
	Mn total	ppm	25-500
4.	Cu total	ppm	25-500
	Zn total	ppm	25-500
	B total	ppm	12-250
	Mo total	ppm	2-10
5.	pH	-	4-9
	E.coli	cfu/mL	atau < 1 x 10 <sup>2</sup>
6.	Salmonella sp	MPN/mL	< 1 x 10 <sup>2</sup>
		cfu/mL	atau
		MPN/mL	
	Logam berat		
	As	ppm	Maksimum 5,0
	Hg	ppm	Maksimum 0,2
7.	Pb	ppm	Maksimum 5,0
	Cd	ppm	Maksimum 1,0
	Cr	ppm	Maksimum 40
	Ini	ppm	Maksimum 10
	Unsur atau senyawa lain		
8.	Na	ppm	Maksimum 2.000
	Cl	ppm	Maksimum 2.000

Sumber: Peraturan Menteri Pertanian, 2019

Unsur hara di dalam tanah seperti nitrogen merupakan senyawa yang mudah menguap, sedangkan fosfor dan kalium mudah terbawa oleh air. Penyerapan nitrogen oleh tanaman dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$  atau  $\text{NO}_3$  ini dipengaruhi oleh sifat tanah, jenis tanaman, dan tahap pertumbuhan tanaman. Nitrogen secara biologi diikat oleh bakteri nonsimbiotik dan ganggang hijau biru. Bakteri jenis ini hidup bersimbiosis dengan akar tumbuhan polong-polongan membentuk bintil akar (Naibaho, 2019). Tanaman mengambil nitrogen dari tanah secara berkelanjutan dan kebutuhan nitrogen tanaman akan terus meningkat dengan bertambahnya ukuran. Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Fosfor merupakan mineral yang penting untuk merangsang pertumbuhan, transfer energi dan pembentukan sel baru. Tanaman menyerap fosfor di dalam tanah dalam bentuk  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  atau  $\text{HPO}_4^{2-}$  absorpsi kedua ion dipengaruhi oleh pH tanah pada kondisi pH rendah absorpsi dalam bentuk  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  akan meningkat (Pappang, 2018). Ortofosfat merupakan bentuk fosfor yang paling sederhana. Bentuk fosfor berubah-ubah secara terus menerus, hal ini dikarenakan proses dekomposisi dan sintesis antara bentuk organik dan anorganik yang dilakukan oleh mikroba, adapun reaksi ionisasi asam ortofosfat sebagai berikut (Diana, 2019):



Lingga dan Marsono (2008) dalam penelitiannya mengatakan bahwa tanaman yang kekurangan kadar fosfornya di dalam tanah akan berwarna kekuningan. Penggunaan fosfor dalam pupuk cair lebih efektif dibandingkan

pupuk padat, karena pengaplikasian langsung pada tanaman mengakibatkan fosfor tidak mudah tercuci oleh air dan dapat diserap oleh tanaman secara langsung. Mineral lainnya yang dibutuhkan paling banyak setelah nitrogen adalah kalium, kalium diserap tanaman dalam bentuk  $K^+$ . Kekurangan kalium pada tanaman akan menunjukkan gejala daun terbakar dimulai ujung atau pinggir, muncul bercak–bercak nekrotik berwarna coklat pada daun–daun dan batang yang tua (Winarso, 2005). Ketersediaan unsur kalium dalam pupuk dipengaruhi oleh jenis bahan yang dikomposkan, bahan organik yang mengandung hijauan dapat meningkatkan kandungan kalium lebih tinggi (Astuti dan Wahyu, 2010).

## **2.5 Pemanfaatan Daun Kelor sebagai Pupuk Organik Cair**

Pupuk cair dibuat dari limbah tanaman yang mengandung zat pendukung tumbuhan, salah satunya ekstrak daun kelor mengandung hormon sitokinin untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman (Krisnadi, 2012). Daun kelor merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai pupuk. Pupuk daun kelor digolongkan dalam jenis pupuk kompos, hal ini dikarenakan proses pembentukan pupuk daun kelor diolah melalui proses pengomposan yang kemudian akan menghasilkan larutan yang disebut pupuk organik cair. Daun kelor dalam klasifikasi pupuk organik cair masuk kedalam golongan biogas, hal ini dikarenakan daun kelor akan melalui proses fermentasi (Hadisuwito, 2012).

Kandungan senyawa seperti kalsium, magnesium, fosfor, zat besi dan sulfur didalam daun kelor dapat dimanfaatkan sehingga daun kelor dapat dimanfaatkan untuk pembuatan pupuk organik cair. Pupuk cair daun kelor diaplikasikan dengan cara disemprotkan pada daun untuk mempercepat pertumbuhan tanaman. Penelitian Kartika (2014) pembuatan pupuk organik cair



dengan menambahkan ekstrak daun kelor sebanyak 40% berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman pakchoy, meliputi jumlah daun, panjang tanaman, berat basah dan berat kering. Penambahan kandungan ekstrak daun kelor didalam pupuk cair berperan sebagai peningkat unsur hara yang akan menghasilkan zat pengatur tumbuh (Susila, 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Foidl dkk, (2001) menguji ekstrak daun kelor keberbagai tanaman seperti kacang tanah, kedelai, dan jagung didapatkan hasil yang signifikan sebesar 20–35% pada proses panen. Hasil yang didapatkan lebih besar dibandingkan dengan tanpa pemberian pupuk cair daun kelor.

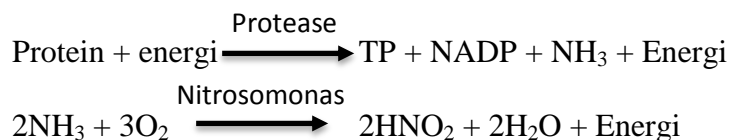
## **2.6 Fermentasi dengan Bakteri EM4**

Proses pembuatan pupuk organik cair dilakukan dengan proses fermentasi, proses fermentasi tidak terlepas dari peranan mikroorganisme. Prinsip dari fermentasi yaitu pemecahan senyawa organik menjadi senyawa sederhana yang melibatkan organisme. Mikroorganisme berfungsi untuk menjaga keseimbangan karbon (C) dan nitrogen (N) yang menjadi faktor penentu dalam proses fermentasi (Wijaya, 2008). Mikroorganisme dalam pupuk cair juga mampu mengikat kalium (K), fosfor (P) dan unsur lain dengan menggunakan *Effective Microorganisme–4* (EM4). *Effective Microorganisme–4* merupakan kultur campuran dari berbagai jenis mikroorganisme yang bermanfaat (bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, ragi aktinomisetes dan jamur fermentasi) yang dapat meningkatkan keragaman mikroba tanah (Jalaluddin dkk, 2016).

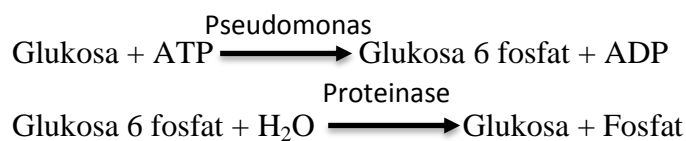
*Effective Microorganisme–4* menurut Marsono dan Paulus (2001) dalam Namang (2015) memiliki manfaat antara lain memperbaiki sifat fisik, biologi dan kimia tanah. Mampu mengoptimalkan ketersediaan nutrisi dalam tanah bagi

tanaman, menghambat aktivitas mikroorganisme yang bersifat patogen, mencegah adanya hama, mengoptimalkan produksi tanaman, dan juga dapat mempercepat proses fermentasi bahan organik (Subin, 2016). Waktu fermentasi juga memiliki pengaruh dalam pembuatan pupuk organik, lamanya waktu fermentasi mampu menguraikan unsur-unsur organik yang ada di dalam pupuk organik cair sehingga dapat diserap oleh tanaman. berikut ini merupakan contoh reaksi yang terjadi dalam proses fermentasi pupuk cair menurut Utomo (2007) dalam Subin (2016).

1. Reaksi yang terjadi dalam proses fermentasi untuk mendapatkan nitrogen:



2. Reaksi yang terjadi dalam proses fermentasi untuk mendapatkan fosfat:



## 2.7 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Fermentasi dalam Pembuatan Pupuk Cair Organik

Beberapa kondisi dapat mempengaruhi kualitas hasil pupuk cair organik adapun beberapa hal tersebut antara lain, yaitu:

1. Ukuran bahan

Semakin kecil ukuran bahan, proses pengomposan yang terjadi maka akan lebih cepat dan lebih baik karena mikroorganisme lebih mudah beraktivitas pada bahan yang berukuran lebih kecil dibandingkan dengan bahan dengan ukuran lebih besar. Ukuran bahan yang dianjurkan pada pengomposan aerobik 1-1,7 cm. Pengomposan anaerobik dianjurkan untuk menghancurkan bahan yang digunakan

selumat-lumatnya menyerupai bubur. Tujuannya untuk mempercepat proses penguraian oleh bakteri dan mempermudah pencampuran bahan (Yuwono, 2006).

## 2. Jumlah mikroorganisme

Mikroorganisme salah satu faktor terpenting pada proses pengomposan karena berperan merombak bahan organik menjadi kompos. Mikroorganisme dibedakan menjadi mikroorganisme mesofilik yang hidup pada temperatur rendah (10-45°C) dan mikroorganisme termofilik yang hidup pada temperatur tinggi (45-65°C) (Zaman, 2007).

## 3. Kelembapan dan aerasi

Umumnya mikroorganisme tersebut dapat bekerja dengan kelembapan sekitar 40-60%. Kondisi tersebut perlu dijaga agar mikroorganisme dapat bekerja secara optimal. Kelembapan yang lebih rendah atau tinggi dapat menyebabkan mikroorganisme tidak berkembang atau mati. Kebutuhan aerasi tergantung dari proses berlangsungnya pengomposan tersebut aerobik atau anaerobik (Sinaga, 2011).

## 4. Suhu

Suhu sangat berpengaruh terhadap proses pengomposan, karena berhubungan dengan jenis mikroorganisme yang terlibat. Suhu optimum yang biasa digunakan untuk pembuatan kompos adalah 40-60°C. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kematian pada mikroorganisme, sedangkan suhu yang relatif rendah akan menyebabkan mikroorganisme tidak dapat bekerja atau dalam keadaan dorman (Jalaluddin dkk, 2016).

## 5. Keasaman (pH)

Bahan yang dikomposkan terlalu asam, dapat menaikkan pH dengan menambahkan kapur. Sedangkan jika pH terlalu tinggi bisa diturunkan dengan menambahkan bahan yang bersifat asam (mengandung nitrogen) seperti urea atau kotoran hewan. Keasaman atau pH dalam tumpukan kompos mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Kisaran pH yang baik 6,5-7,5 (Jalaluddin dkk, 2016).

### 2.8 Prinsip Analisis Nitrogen menggunakan Metode Kjeldal

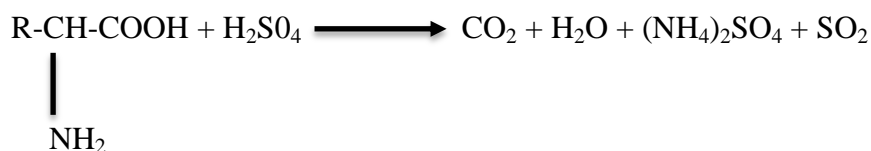
Analisis kandungan nitrogen dalam pupuk cair daun kelor dengan menggunakan metode kjeldal. Metode kjeldal merupakan metode sederhana untuk menetapkan nitrogen total dalam senyawa organik maupun senyawa anorganik seperti asam amino, protein, dan senyawa yang mengandung nitrogen. Sampel yang digunakan didestruksi menggunakan asam sulfat pekat panas dan dikatalis menggunakan katalis yang sesuai sehingga menghasilkan amonium sulfat. Pembebasan dengan alkali kuat menghasilkan amonia, amonia yang terbentuk disuling uapnya secara kuantitatif kedalam larutan penyerapan dan ditetapkan secara titrasi (Pappang, 2018). Metode kjeldal cocok digunakan secara semimikro, karena hanya memerlukan jumlah sampel dan pereaksi yang sedikit dan waktu analisis pendek (Makiyah, 2013).

Prinsip analisis metode kjeldal adalah destruksi dengan asam sulfat pekat menggunakan katalis butiran Zn. Amonia yang dihasilkan kemudian ditampung dan dititrasi dengan bantuan indikator. Metode kjeldal dapat dibedakan dengan dua cara yaitu secara makro dan semimikro. Cara makro digunakan untuk sampel yang sukar untuk dihomogenkan dengan berat 1–3 gram, sedangkan semimakro dirancang untuk ukuran kecil yaitu kurang dari 300 mg dari bahan yang

dihomogenkan. Cara analisis akan memperoleh hasil yang baik dengan asumsi nitrogen dalam bentuk ikatan N–N dan N–O pada sampel dalam jumlah tidak besar (Pappang, 2018). Analisis khjeldal dibagi menjadi tiga tahap yaitu proses destruksi, destilasi, dan titrasi (Makiyah, 2013).

### 1. Tahap destruksi

Sampel dipanaskan dalam asam sulfat pekat sehingga terjadi destruksi menjadi unsur–unsur. Elemen karbon, hidrogen peroksida menjadi CO, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O, sedangkan nitrogen (N) menjadi (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Penggunaan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> atau CuSO<sub>4</sub><sup>–</sup> dianjurkan, katalisator tersebut akan meningkatkan titik didih asam sulfat sehingga proses destruksi akan lebih cepat. Selenium juga dapat digunakan sebagai katalisator selain dua katalisator tersebut. Penggunaan selenium dapat mempercepat proses oksidasi karena selain menaikkan titik didih juga dapat merubah valensi tinggi ke valensi lebih rendah atau sebaliknya (Makiyah, 2013).



### 2. Tahap destilasi

Destilasi ammonium sulfat dipecah menjadi amonia (NH<sub>3</sub>) dengan menambahkan NaOH sampai alkalis dan dipanaskan, adar selama titrasi tidak terjadi *superheating* atau pemercikan cairan atau timbulnya gelembung gas yang besar maka dapat ditambahkan logam seng (Zn). Ammonia yang dibebaskan akan ditangkap oleh asam klorida (HCl) atau asam borat (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) 4% dalam jumlah berlebih. Reaksi asam dan ammonia akan lebih efektif terjadi jika ujung tabung destilasi tercelup sedalam mungkin dalam asam. Cara

mengetahui asam dalam keadaan berlebih dengan memberi indikator metilen blue dan pp. Adapun reaksi yang terjadi:



### 3. Tahap titrasi

Apabila penampung destilat menggunakan asam klorida (HCl) maka sisa asam klorida yang bereaksi dengan ammonia dititrasi dengan NaOH standar (0,1N). Tanda akhir titrasi dengan perubahan warna larutan menjadi merah muda dan tidak menghilang selama 30 detik, apabila menggunakan indikator pp. Apabila penampung destilat menggunakan asam borat ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) maka banyak asam borat yang bereaksi dengan ammonia dapat diketahui dengan titrasi menggunakan asam klorida 0,1 N dengan indikator brom cresol green dan metil merah. Tanda berakhirnya titrasi dengan terjadinya perubahan warna larutan dari biru menjadi merah muda. Diperolehlah %N, kemudian dihitung kadar protein dengan mengalikan suatu faktor. Besarnya faktor perkalian N menjadi protein tergantung pada presentase N yang menyusun protein dalam suatu bahan (Yusmayanti dan Anjar, 2019).

## 2.9 Prinsip Analisis Fosfor dengan Spektrofotometer

Spektrofotometer merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur absorbansi dengan panjang gelombang tertentu oleh suatu atom atau molekul. Molekul dalam daerah energi akan mengalami transisi elektron. Spektrofotometer UV-Vis merupakan suatu spektroskopi absorbansi berdasarkan radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang 160-780 nm. Spektroskopi yang sesuai

untuk pengukuran di daerah spektrum ultraviolet dan sinar tampak terdiri atas suatu sistem optik dengan kemampuan menghasilkan sinar monokromatis dalam panjang gelombang 200-800 nm (Gandjar dan Rohman, 2007). Spektrofotometer UV-Vis terdiri dari sumber radiasi (*source*), monokromator, sel, fotosel, dan detektor (Clark, 1993). Spektrofotometer UV-Vis memiliki tiga tipe yaitu rancangan berkas tunggal (*single beam*), rancangan berkas ganda (*double beam*) dan *multi-channel*.

Warna yang dihasilkan oleh senyawa atau molekul memiliki panjang gelombang sinar tampak (Rohman, 2007). Cahaya yang dapat dilihat oleh manusia disebut cahaya tampak, cahaya tampak biasanya merupakan campuran dari cahaya yang mempunyai berbagai panjang gelombang dari 400-700 nm. Hubungan intensitas radiasi (absorbansi) panjang gelombang atau frekuensi dikenal sebagai spektrum serapan (Sastrohamidjojo, 2013). Spektrofotometer UV-Vis mengacu pada hukum Lambert-Beer. Apabila cahaya monokromatis melalui suatu media (larutan), maka sebagian cahaya tersebut akan diserap, sebagian dipantulkan dan sebagian lagi dipancarkan. Cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi (A) sedangkan cahaya yang dihamburkan diukur sebagai transmittan (T), dinyatakan dengan hukum Lambert-Beer yang berbunyi : jumlah radiasi cahaya tampak (ultraviolet, inframerah dan sebagainya) diserap atau ditransmisikan suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat atau tebal larutan. Hubungan antara warna dengan panjang gelombang sinar tampak dapat dilihat pada Tabel 2.3 (Rohman, 2007):

Tabel 2.3 Warna panjang gelombang sinar tampak

Panjang gelombang (nm)	Warna	Warna komplementer
400-435	Ungu (lembayung)	Hijau kekuningan
450-480	Biru	Kuning
480-490	Biru kehijauan	Orange
490-500	Hijau kebiruan	Merah
500-560	Hijau	Merah anggur
560-580	Hijau kekuningan	Ungu (lembayung)
580-595	Kuning	Biru
595-610	Orange	Biru kekuningan
610-710	Merah	Hijau kebiruan

Sumber: Rohman, 2007

Komponen spektrofotometer terdiri atas (Khopkar, 1990):

#### 1. Sumber cahaya

Sumber cahaya yang digunakan berupa lampu wolfram untuk bagian spektrum yang terlihat (visual) sekitar 330 nm sedangkan sumber cahaya yang kontinyu untuk UV menggunakan lampu deuterium.

#### 2. Monokromator

Alat yang akan merubah cahaya polikromatis menjadi monokromatis. Monokromator ini dapat berupa filter berwarna, prisma atau *diffraction grating*

#### 3. Tempat sampel (kuvet)

Kuvet yang digunakan berasal dari bahan gelas ataupun plastik, untuk UV kuvet harus berbahan kwarsa dengan volume 3 cm<sup>3</sup> dan berpenampang 1 cm. Beberapa spektrofotometer mempunyai 2 saluran (tempat) kuvet untuk pengukuran absorbansi blanko dan sampel



#### 4. Detektor

Mendeteksi sampel dengan mengubah energi sinar menjadi energi listrik. Berupa *transurterd* yang mengubah energi cahaya menjadi isyarat listrik, detektor biasanya digunakan dalam spektrofotometer adalah *photo multilapis tube photocell* atau *photodiode*

#### 5. Recorder

Sinyal dari detektor direkam sebagai spektrum berbentuk puncak-puncak. Plot antara panjang gelombang dan absorbansi akan menghasilkan spektrum

### 2.10 Prinsip Analisis Kalium dengan AAS

Analisis kandungan kalium pada pupuk cair daun kelor dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) dengan panjang gelombang 766,5 nm (Purba, 2019). Metode ini memerlukan persiapan sampel yang minimum, sampel dapat langsung diletakkan pada sumber eksitasi. Gangguan unsur-unsur lain pada temperatur eksitasi lebih tinggi, namun semuanya tidak berarti saat yang sama dapat diambil spektrum dari dua unsur atau lebih. Keterbatasannya terletak pada perekam kertas fotografi. Intensitas radiasi tidak selalu reproduibel dan kesalahan relatif melebihi 1–2% (Khopkar, 1990).

Penggunaan spektrofotometer serapan atom (AAS) bertujuan untuk analisa kualitatif dan kuantitatif yang akurat. Analisa sampel dilakukan melalui pengukuran absorbansi sebagai fungsi konsentrasi standar dan menggunakan hukum Beer menentukan konsentrasi sampel (Sari, 2010). Pengukuran dengan spektroskopi emisi dapat dimungkinkan karena masing-masing atom mempunyai tingkat energi tertentu yang sesuai dengan posisi elektron. Prinsip pengukuran

spektrofotometer emisi berdasarkan identifikasi energi radiasi yang dipancarkan oleh unsur–unsur yang mengalami proses eksitasi akibat pembakaran lokal (Khopkar, 1990).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus-September 2020 di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

#### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

##### **3.2.1 Alat-Alat Penelitian**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain neraca analitik, botol semprot, bola hisap, corong gelas, pengaduk kaca, statif, labu 25 mL, spektrofotometer UV-Vis, Spektrofotometer Serapan Atom, pipet tetes, wadah plastik, botol plastik, jerigen, seperangkat alat gelas, termometer dan pH universal.

##### **3.2.2 Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun kelor (*Moringa oleifera*) yang berasal dari daerah Kota Blitar.

Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah aquades, 100 mL molasse, 100 mL EM4, amonium molibdate, metil orange, asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) pekat, natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), 0,1 asam borat ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) 1%, indikator fenilftalein (pp), asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ), natrium borohidrida ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ), natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), kalium sulfat ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ), asam askorbat, kalium antimonil tartrat ( $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}$ ), natrium tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), kalium dihidrogen fosfat anhidrat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), tembaga sulfat ( $\text{CuSO}_4$ ) dan kalium klorida ( $\text{KCl}$ ).

### 3.3 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah *experimental laboratory*. Proses penelitian ini diawali dengan pengambilan sampel di Kota Blitar. Sampel yang diambil kemudian dilakukan uji taksonomi untuk membuktikan bahwa sampel yang diambil merupakan daun kelor, selanjutnya sampel daun kelor yang telah melewati uji taksonomi dicacah hingga berukuran lebih kecil atau halus. Tahap selanjutnya adalah proses pembuatan larutan untuk proses fermentasi dengan menggunakan larutan EM4. Proses pembuatan pupuk cair daun kelor dilakukan dengan dan tanpa penambahan EM4 dan dilakukan variasi lama fermentasi. Hasil dari variasi fermentasi kemudian dilakukan analisis nitrogen menggunakan metode kjeldahl, analisis fosfor menggunakan alat spektrofotometer dan analisis kalium menggunakan alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan masing masing sampel dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

### 3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui tahapan – tahapan berikut:

1. Preparasi sampel;
2. Pembuatan larutan untuk proses fermentasi
3. Pembuatan pupuk organik cair
4. Analisis pH dan suhu
5. Identifikasi golongan senyawa aktif dengan menggunakan metode kjeldahl untuk senyawa nitrogen
6. Identifikasi golongan senyawa aktif dengan menggunakan metode spektrofotometri untuk senyawa  $P_2O_5$  total

7. Identifikasi golongan senyawa aktif dengan menggunakan AAS untuk senyawa  $K_2O$

### 3.5 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.5.1 Pembuatan Larutan Fermentasi

Pembuatan larutan EM4 dilakukan dengan cara, menambah EM4 dengan gula dan juga air dengan menggunakan perbandingan 1:1:50 (100 mL EM4: 100 mL *molasse*: 5000 mL air) kemudian diaduk rata didalam ember besar. Masing-masing wadah diisi dengan 300 mL larutan EM4 kemudian diaduk dengan merata, dan ditutup rapat untuk disimpan (Pappang, 2018).

#### 3.5.2 Pembuatan Pupuk Cair Organik (Yuliani, 2017)

Daun kelor diambil sebanyak 3 kg kemudian dicacah hingga berukuran lebih kecil, kemudian dimasukkan kedalam masing 30 botol plastik dengan masing-masing berat 100 gr. Sebanyak 15 wadah sampel daun kelor yang sudah dicacah halus ditambahkan dengan larutan fermentasi sebanyak 300 mL sedangkan 15 wadah sampel daun kelor yang lain hanya ditambah dengan 300 mL air. Dicampur hingga merata dan ditutup rapat. Percobaan dilakukan dengan variasi lama waktu fermentasi 0, 7, 14, 21, 28 hari dalam kondisi anaerob.

Tabel 3.1 Analisis nitrogen, fosfor, dan kalium dengan dan tanpa penambahan EM4 dan menggunakan variasi waktu fermentasi

Waktu Fermentasi	Dengan EM4				Tanpa EM4			
	U1	U2	U3	Rata-rata	U1	U2	U3	Rata-rata
0								
7								
14								
21								
28								

### 3.5.3 Analisis pH dan Suhu

Analisis pH dan suhu pada pupuk organik cair daun kelor dilakukan dengan mengambil sampel pupuk cair daun kelor diambil sebanyak 50 mL kedalam beker glass 100 mL. Dimasukkan pH universal ke dalam sampel, kemudian dicek range warna pH yang didapat pada kertas pH sesuai dengan keterangan warna yang tertera. Hasil kemudian dicatat, selanjutnya termometer raksa dimasukkan kedalam sampel untuk mengecek suhu pada pupuk organik cair. Hasil yang muncul pada termometer kemudian dicatat

Tabel 3.2 Penentuan pH dan suhu optimum sampel terhadap parameter kualitas sample

Parameter	pH Sampel														
	0			7			14			21			28 hari		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
pH															
Suhu															

### 3.5.4 Uji Kadar Nitrogen Organik

#### 3.5.4.1 Pembuatan Larutan Destruksi

Pembuatan larutan destruksi dilakukan dengan melarutkan senyawa kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ) sebanyak 134 gr dan tembaga sulfat ( $CuSO_4$ ) sebanyak 7,3 gr dilarutkan dengan akuades sebanyak 800 mL di dalam gelas piala 1 L. Larutan yang sudah homogen kemudian ditambah secara perlahan larutan  $H_2SO_4$  pekat sebanyak 134 mL, dibiarkan hingga dingin pada suhu ruang. Larutan yang sudah dingin ditambahkan dengan akuades hingga tanda batas dan dikocok hingga

homogen. Larutan yang telah jadi disimpan pada suhu 20°C untuk mencegah terjadinya kristalisasi.

#### **3.5.4.2 Identifikasi Golongan Senyawa Aktif dengan Menggunakan Metode Kjeldahl untuk Senyawa Nitrogen (SNI 06-6989.52-2005)**

Sampel pupuk cair daun kelor diambil sebanyak 500 mL kemudian ditambah dengan larutan bufer borat dan natrium hidroksida (NaOH) 6N sampai pH 9,5. Larutan dengan pH 9,5 kemudian diberi batu didih untuk mendidihkan larutan hingga larutan yang di dapat tersisa 300 mL. Sampel pupuk cair daun kelor yang telah diketahui perkiraan kandungan amoniannya ditambah dengan 50 mL larutan destruksi, kemudian di didihkan kembali hingga volume sampel yang didapat sebanyak 25 mL sampai 50 mL. Dilanjutkan dengan melakukan destruksi selama 30 menit. Larutan hasil destruksi dibiarkan sampai dingin, setelah larutan dingin ditambah dengan 500 mL air. Selama proses penambahan air dilakukan pengadukan agar larutan homogen. Larutan yang diperoleh kemudian ditambah dengan 50 mL larutan natrium hidroksida dan natrium tiosulfat hingga pH 11. Larutan dengan pH 11 dimasukkan kedalam labu alat destilasi. Destilasi yang telah dilakukan menghasilkan destilat yang ditampung dalam erlenmeyer yang sebelumnya telah diisi dengan 50 mL larutan asam borat. Ujung kondensor alat destilasi harus tercelup dalam larutan dan suhu harus dijaga agar tidak lebih dari 29°C. Proses destilasi dilakukan sampai destilat yang dihasilkan sebanyak 200 mL. Destilat sebanyak 200 mL kemudian diencerkan sampai diperoleh volume sebanyak 300 mL selanjutnya ditetapkan kadar amoniannya dengan cara titrimetri. Titrasi destilat dilakukan dengan larutan penitar  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,02 N dengan menggunakan indikator metil orange. Proses titrasi ditandai dengan perubahan

warna pada larutan dari warna kuning menjadi kuning kemerahan sampai merah jingga.

Larutan yang telah dititrasi selanjutnya dilakukan perhitungan dengan rumus:

$$N \text{ total (\%)} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4(0,05) \times \text{Berat Atom Nitrogen}}{\text{Berat sampel}}$$

Keterangan:

N : Indikator penentu nitrogen

V : Indikator volume

BM Nitrogen : Normalitas (14.007)

### **3.5.5 Uji Kadar $P_2O_5$ Total**

#### **3.5.5.1 Pembuatan Larutan Blanko**

Ditimbang 20 gr ammonium molibdat kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer kering. Selanjutnya ditambahkan dengan akuades sebanyak 500 mL. Keduanya dicampur hingga homogen.

#### **3.5.5.2 Pembuatan Larutan Standar $P_2O_5$**

Padatan kalium dihidrogen fosfat anhidrat ( $KH_2PO_4$ ) ditimbang sebanyak 2,19 gr dan diecerkan dengan 100 mL akuades sehingga menghasilkan larutan standar dengan konsentrasi 500 ppm dalam gelas ukur 1000 mL. Dipipet sebanyak 2 mL larutan induk fosfat dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Larutan dihomogenkan dan dipipet masing-masing sebanyak 0; 5; 10; 20 dan 25 mL dimasukkan kedalam 5 buah labu ukur 250 mL. Selanjutnya setiap larutan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan. Adapun



variasi konsentrasi yang dihasilkan antara lain adalah 0,0; 0,2; 0,4; 0,8; dan 1 ppm fosfat.

### 3.5.5.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Dilakukan optimalisasi spektrofotometer, selanjutnya mengambil 50 mL larutan standar yang telah dibuat dan dimasukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer. Larutan ditambah dengan 1 tetes indikator fenolftalin, apabila terbentuk warna merah muda ditambah tetes demi tetes  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5N sampai warnanya menghilang. Larutan yang dihasilkan kemudian ditambah dengan 8 mL larutan campuran dan dihomogenkan. Larutan yang sudah homogen kemudian dimasukkan kedalam kuvet, dibaca serapan dan dilakukan pencatatan pada panjang gelombang 880 nm.

### 3.5.5.4 Pengujian Sampel

Pupuk cair daun kelor yang dihasilkan disaring dan dipipet sebanyak 50 mL, kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer. Ditambahkan dengan 1 tetes indikator fenilftalin jika terbentuk warna merah muda ditambah sedikit demi sedikit dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5N sampai warna yang dihasilkan hilang. Larutan yang dihasilkan ditambah dengan 8 mL larutan campuran dan dihomogenkan. Hasil selanjutnya dimasukkan kedalam kuvet pada spektrofotometer, dilakukan pembacaan dan dicatat hasil serapan yang dihasilkan pada panjang gelombang 880 nm. Perhitungan analisis fosfor sebagai  $\text{P}_2\text{O}_5$ :

$$\% \frac{b}{b} = \frac{\text{mg}}{\text{L}}_{\text{fosfor}} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times \frac{1}{1000} \frac{\text{L}}{\text{ml}} \times \frac{1}{1000} \frac{\text{gr}}{\text{mg}} \times 100\%$$

### 3.5.6 Uji Kadar Kalium Total

#### 3.5.6.1 Pembuatan Standar Kalium

Padatan KCl ditimbang sebanyak 1,86 gr dan diecerkan sehingga menghasilkan larutan standar dengan konsentrasi sebesar 1000 ppm dipipet sebanyak 0,2; 0,4; 0,8 dan 1,6 mL kedalam 4 buah erlenmeyer berukuran 100 mL. Selanjutnya setiap larutan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan. Adapun variasi konsentrasi yang dihasilkan antara lain adalah 2; 4; 8 dan 16 ppm kalium.

#### 3.5.6.2 Identifikasi Unsur Kalium dengan Menggunakan AAS (Naibaho, 2019)

Sampel pupuk ditimbang sebanyak 0,5 gr, kemudian dilakukan proses pengabuan dengan menambahkan larutan  $H_2SO_4$  pekat dan larutan  $HNO_3$  pekat kemudian dipanaskan di atas hot plate. Langkah selanjutnya ditambahkan dengan 2,5 mL  $H_2SO_4$  pekat sehingga didapatkan hasil berwarna hitam seperti abu, kemudian ditambahkan larutan  $HNO_3$  pekat sampai asap yang keluar dari sampel tidak berwarna hitam. Penambahan larutan  $HNO_3$  dilakukan secara bertahap hingga sampel tidak mengeluarkan asap hitam. Setelah tahap pengabuan selesai sampel ditambahkan dengan akuades sebanyak 50 mL dan dikocok, hasilnya disaring dan dimasukkan kedalam wadah. Pengukuran nilai absorbansi dilakukan dengan membuat larutan standar dengan variasi konsentrasi sebesar 2; 4; 8 dan 16 ppm. Diperiksa intensitasnya dengan menggunakan alat ukur spektrofotometer AAS dengan menggunakan panjang gelombang 766,5 nm. Perhitungan analisis kalium:

$$\%b/b = \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{ml}{g} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{gr}{mg} \times 100\% \times 1,2$$

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian yang berjudul penambahan bioaktivator EM4 dan variasi lama fermentasi pada pupuk organik cair daun kelor (*Moringa oleifera L.*) terhadap kandungan nitrogen, fosfor dan kalium dilakukan dalam beberapa tahapan penelitian. Adapun tahapan tersebut meliputi preparasi daun kelor, preparasi bioaktivator EM4, preparasi pupuk cair kelor, pembuatan kurva standar, penentuan kandungan nitrogen, fosfor dan kalium dalam setiap sampel daun kelor yang sudah difermentasi tanpa dan dengan bantuan bioaktivator menggunakan variasi waktu fermentasi.

#### **4.1 Preparasi Daun Kelor**

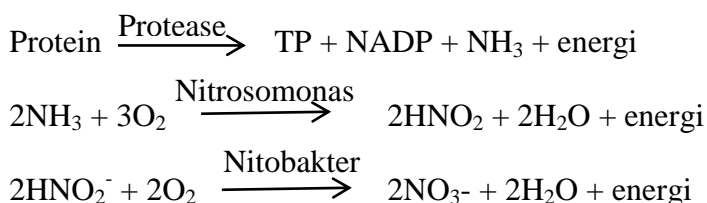
Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun kelor yang masih segar yang berasal dari kota Blitar. Preparasi sampel terdiri dari beberapa tahap diantaranya pembersihan sampel, pemisahan sampel dari batangnya dan pencacahan sampel menjadi ukuran yang lebih kecil. Pembersihan sampel bertujuan untuk membersihkan sampel dari kotoran dan sekaligus untuk memilah sampel, selanjutnya setelah dipilah daun kelor kemudian dipisahkan dari batang yang berukuran besar. Hal ini dikarenakan dalam penelitian ini hanya bagian daunnya saja yang diperlukan. Daun yang sudah dipisahkan dari batangnya kemudian dicacah menjadi kecil-kecil, tujuannya untuk mempercepat proses fermentasi pada daun juga mengoptimalkan proses fermentasinya.

## 4.2 Preparasi Bioaktivator EM4

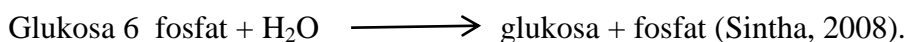
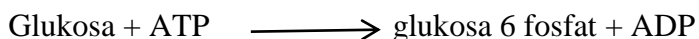
Pembuatan larutan EM4 dilakukan dengan menambahkan molasse dan akuades, untuk mengaktifkan mikroorganisme yang terdapat di dalam larutan EM4 yang berada dalam keadaan tidur (dorman) (Murni dkk, 2012). Pembuatan larutan EM4 komposisi disesuaikan dengan petunjuk yang terdapat dalam kemasan. Molase pada larutan EM4 merupakan sumber energi untuk proses perkembangbiakan EM4 yang diaktifkan selama proses pembuatan kompos (Ali dkk, 2018). Penggunaan larutan EM4 menurut Yuwono (2006) untuk mempercepat waktu pengomposan, selanjutnya larutan EM4 yang sudah jadi kemudian ditutup dengan rapat agar tidak terkontaminasi.

## 4.3 Preparasi Pupuk Cair Daun Kelor

Botol plastik yang digunakan untuk proses fermentasi daun kelor ditutup rapat dan dilapisi plastik keresek hitam selama proses pengomposan. Hal ini bertujuan untuk menghindari adanya interaksi bahan organik dengan komposter lainnya. Selain itu tujuan dari penggunaan botol dan keresek hitam untuk memproses fermentasi dalam suasana anaerob (Kasmawan dkk, 2018). Menurut Naswir (2008) proses fermentasi akan berjalan lebih cepat di keadaan kedap udara (anaerob) sehingga menghasilkan senyawa asam laktat, asam nukleat, dan biohormon yang mudah diserap oleh akar tanaman. Senyawa yang dihasilkan dapat melindungi tanaman dari hama penyakit, adapun reaksi yang terjadi selama proses fermentasi adalah:



Sedangkan untuk mendapatkan hara fosfor sebagai berikut:



#### 4.4 Hasil Pengamatan Fermentasi Pupuk Cair

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan dari tekstur, warna dan bau pupuk cair mengalami perubahan selama proses fermentasi. Hari ke-0 pengomposan masih berupa cacahan daun segar yang masih berwarna hijau dengan bau khas daun, cairan pupuk yang dihasilkan masih berwarna coklat terang pada penambahan dan tanpa penambahan EM4. Selama proses pengomposan hari ke 7, 14, 21 dan 28 terjadi perubahan fisik pada pupuk cair yang dibuat. Perubahan paling tampak adalah warna daun yang menjadi coklat dan tekstur daun mulai hancur. Penambahan EM4 pada pupuk organik cair berpengaruh terhadap kandungan gas yang dihasilkan. Hari ke-0 setelah penambahan dan ditutup, saat dibuka untuk dilakukan analisis pupuk organik cair mengeluarkan gas namun tidak banyak. Hari ke 7 dan 14 gas yang dikeluarkan semakin banyak dengan aroma busuk. Hari ke 21 dan 28 botol semakin terlihat menggelembung, saat botol dibuka gas akan keluar disertai dengan letupan, hawa panas pada botol dan asap putih. Pupuk yang dihasilkan dari penambahan EM4 cenderung lebih pekat jika dibandingkan dengan tanpa penambahan EM4. Menurut Naibaho (2019) selain kondisi fisik, bau yang dihasilkan pada pupuk juga menjadi indikator dalam uji kualitas pupuk.

Awal fermentasi gas yang dihasilkan oleh pupuk cair tidak terlalu berbau tetapi pada fermentasi hari ke 14, 21 dan 28 bau pada pupuk semakin menyengat. Bau menyengat yang dihasilkan merupakan bau amoniak yang dihasilkan dari

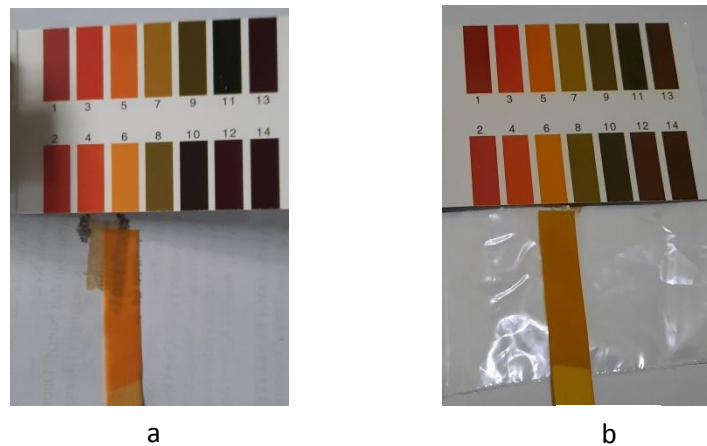
kelor yang banyak mengandung nitrogen. Pupuk mengeluarkan aroma alkohol dari karbohidrat yang berubah menjadi glukosa dengan bantuan enzim amilase dan glukosida. Enzim akan mendegradasi pati menjadi glukosa, glukosa diubah menjadi alkohol (Affandi, 2008) sehingga saat membuka botol pupuk akan terjadi letupan karena adanya alkohol yang dihasilkan.



Gambar 4.1 Gambar a) pupuk cair daun kelor tanpa penambahan EM4; Gambar b) pupuk cair daun kelor dengan pelarut EM4

#### 4.5 Analisis pH dan Suhu

Analisis pH dan suhu dilakukan dengan menyaring terlebih dahulu pupuk cair daun kelor, tujuannya untuk memisahkan antara pupuk cair hasil fermentasi daun kelor dengan daun kelornya. Hasil perlakuan analisis pH pada pupuk organik cair daun kelor terdapat pada Gambar 4.2 dan hasil dari pengukuran pH dan suhu terdapat pada Tabel 4.1.



Gambar 4.2 Gambar a) analisis pH pupuk cair daun kelor dengan pelarut air;  
Gambar b) analisis pH pupuk cair daun kelor dengan pelarut EM4

Tabel 4.1 Hasil parameter pH dan suhu pupuk cair daun kelor dengan dan tanpa EM4

Parameter	Pengulangan (hari)														
	0			7			14			21			28		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
pH	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Suhu (°C)	26	26	26	26	26	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26

pH dan suhu merupakan faktor penting yang berpengaruh dalam setiap proses fermentasi pembuatan pupuk cair daun kelor, terlebih proses fermentasi dilakukan dengan anaerob. Hasil yang terdapat pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa suhu selama analisis pupuk organik cair daun kelor mengalami kestabilan, hal ini dimungkinkan karena pengecekan suhu hanya menggunakan termometer raksa yang pendeteksinya terhadap suhu kurang efektif. Sehingga tidak didapatkan data dengan akurat. Namun pada suhu tersebut proses fermentasi sudah bisa berlangsung. Penelitian yang dilakukan Jeris (1993) dalam Yulianto (2010) suhu 38°C merupakan suhu yang cocok digunakan untuk mempercepat waktu fermentasi, karena pada suhu tersebut mikroorganisme dapat menguraikan

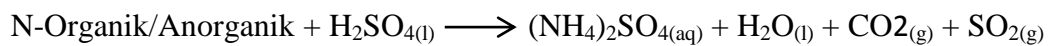
bahan-bahan organik menjadi CO<sub>2</sub> dan uap air lebih cepat. Analisis pH pada Tabel 4.1 juga menunjukkan kestabilan pada pH 6 pada hari ke-0 sampai dengan hari ke-28 hal ini dikarenakan analisis pH hanya menggunakan pH universal dimana hanya dapat mendeteksi keasaman pupuk melalui warna kertas. Mikroorganisme sudah dapat bekerja pada pH 6, hal ini didukung oleh pernyataan dari Sunaryo (1989) yang menyatakan bahwa jasad renik sudah dapat merombak bahan organik untuk menghasilkan asam-asam organik sederhana. Menurut Peraturan Menteri Pertanian No. 28/Permentan/SR.130/5/2009 menyatakan persyaratan teknis pH pada pupuk cair yang baik adalah 4-8. Nilai pH pupuk cair daun kelor dengan penambahan aquades atau EM4 telah memenuhi syarat teknis minimal.

#### **4.6 Analisis Kadar Nitrogen pada Pupuk Cair Daun Kelor**

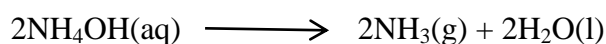
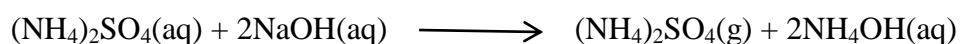
Uji kandungan nitrogen total dilakukan dengan menggunakan metode kjeldahl. Analisis nitrogen terbagi menjadi tiga tahapan yang diawali dari destruksi, destilasi dan titrasi (Suriandikarta, 2006). Analisis destruksi diawali dengan mencari tahu terlebih dahulu berapa kemungkinan kadar amonia yang terkandung dalam 300 mL sampel pupuk cair daun kelor. Pupuk yang telah diketahui kadar amonianya dilakukan pengenceran, dengan tujuan untuk mempermudah analisis pupuk. Penambahan *buffer* borat dan larutan NaOH sampai dengan pH 9,5 untuk membuat suasana menjadi basa, karena reaksi tidak dapat berlangsung dalam suasana asam (Indrawan dkk, 2016). Penambahan larutan destruksi pada tahapan selanjutnya berguna untuk mengikat nitrogen serta dapat membantu menguraikan unsur-unsur yang lain. Adapun unsur-unsur tersebut adalah karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), sulfur (S) dan



fosfor (P) (Yusmayanti dan Anjar, 2019). Tujuan dari proses destruksi ini untuk menghindari hilangnya senyawa  $\text{NO}_2$  yang dapat mengakibatkan sebagian unsur nitrogen dalam sampel turut menghilang. Adapun reaksi yang terjadi pada proses destruksi adalah (Wiyantoko dkk, 2017):



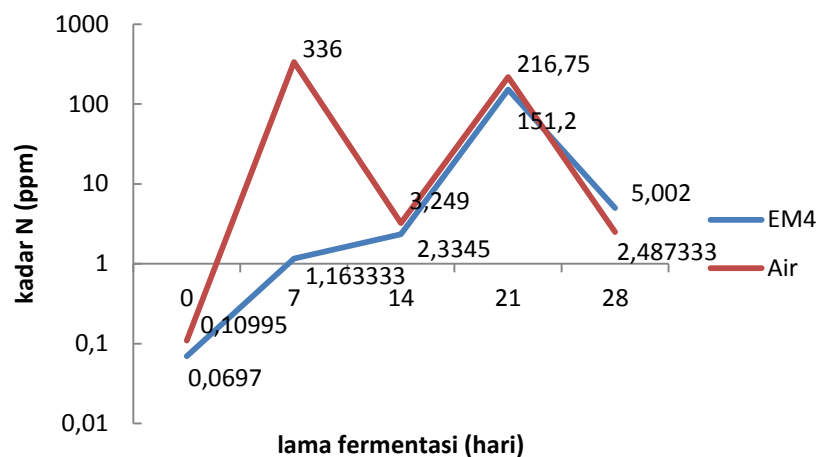
Tahap selanjutnya setelah destruksi adalah destilasi. Proses dilakukan dengan menambahkan asam borat pada destilat, dengan tujuan untuk menangkap  $\text{NH}_3$  sebagai destilat berupa gas yang bersifat basa. Amonium sulfat  $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$  yang terbentuk pada proses destruksi pada tahap destilasi ini akan dipecah menjadi amonia ( $\text{NH}_3$ ) dengan menambahkan  $\text{NaOH}$ . Tujuannya agar amonia yang dihasilkan dapat ditangkap secara maksimal. Selama proses destilasi larutan asam borat akan berubah warna menjadi biru. Hal ini dikarenakan larutan menangkap amonia dalam bahan yang bersifat basa, sehingga dapat mengubah warna merah muda menjadi hijau kebiruan. Reaksi yang terjadi pada tahap destilasi (Yusmayanti dan Anjar, 2019):



Tahap terakhir proses analisis nitrogen total adalah titrasi, bertujuan untuk menetapkan kadar ammonia yang terdapat didalam destilat. Titrasi menggunakan indikator larutan metil orange (MO) yang akan menghasilkan perubahan warna dari kuning menjadi merah jingga. Adapun reaksi yang terjadi pada saat titrasi adalah (Makiyah, 2013):



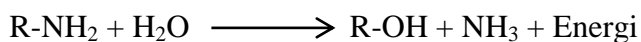
Hasil dari semua proses tersebut kemudian menghasilkan perbandingan kadar nitrogen yang diperoleh selama proses fermentasi dengan membandingkan penambahan dan tanpa penambahan EM4 pada pupuk cair daun kelor. Hasil perbandingan terdapat pada Gambar 4.3



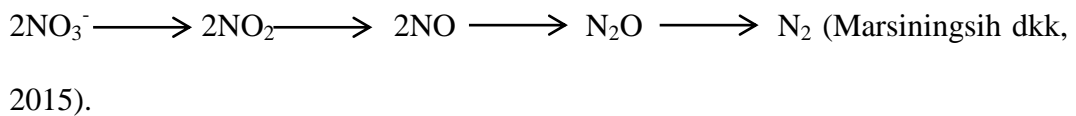
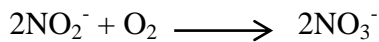
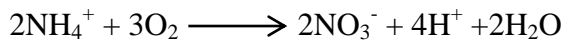
Gambar 4.3 Grafik kadar nitrogen total pada pupuk organik cair daun kelor dengan dan tanpa penambahan EM4

Gambar 4.3 menunjukkan hasil analisis kandungan nitrogen total pada daun kelor dengan variasi waktu fermentasi dengan penambahan EM4. Hari ke-0 sampai hari ke-21 mengalami kenaikan sebesar 0,00697 ppm; 1,163333 ppm; 2,3345 ppm dan 151,2 ppm. Kenaikan kandungan nitrogen saat fermentasi hari ke-0 sampai dengan ke-21 terjadi karena adanya aktivitas bakteri nitrifikasi yang mengubah amonia menjadi nitrat sehingga menyebabkan unsur nitrogen meningkat. Hari ke-28 kadar nitrogen total mengalami penurunan menjadi 5,002 ppm, dimana hal ini disebabkan oleh aktivitas bakteri telah menurun karena telah mencapai kondisi pertumbuhan maksimal. Sehingga apabila fermentasi dilanjutkan, hasil yang didapat akan cenderung lebih sedikit dibandingkan dengan sebelumnya (Santi, 2008). Selain dari aktivitas bakteri menurut penelitian Sundari dkk (2012), penambahan larutan EM4 memberikan pengaruh terhadap proses

dekomposisi bahan-bahan organik seperti protein yang disebabkan karena adanya reaksi amonifikasi untuk membentuk amonium. Proses amonifikasi tersebut menghasilkan gas lebih banyak sehingga mengurangi kadar nitrogen total yang terdapat pada pupuk. Adapun reaksi amonifikasi yang terjadi adalah sebagai berikut (Ratrinia dkk, 2014):



Hasil analisis kadar nitrogen total tanpa penambahan EM4 lebih beragam. Gambar 4.3 menunjukkan pada hari ke-0 sampai hari ke-21 kandungan nitrogen total mengalami kenaikan yang sangat signifikan, yaitu dari 0,10995 ppm ke 336 ppm turun kembali menjadi 3,249 ppm dan naik kembali menjadi 216,75 ppm. Hari ke-28 kadar nitrogen mengalami penurunan drastis kembali menjadi 2,487333. Turunnya kadar nitrogen pada hari ke-14 hingga hari ke-28 disebabkan karena penyimpanan sampel yang kurang tepat dan proses analisis pada sampel yang tidak dilakukan pada hari itu juga. Proses penyimpanan sampel saat akan dibawa untuk dianalisis ke laboratorium dengan kondisi cuaca yang berbeda-beda juga berpengaruh terhadap kadar nitrogen yang terkandung di dalam pupuk organik cair. Misalnya pada cuaca panas botol berisi sampel yang terpapar sinar matahari akan mengeluarkan gas saat dibuka tutupnya untuk proses analisis, letupan gas yang keluar sama dengan saat botol dibuka pertama kali. Hal inilah yang menyebabkan kadar nitrogen kecil, karena amonia tidak diubah menjadi bentuk nitrat dan nitrogen akan membentuk gas  $\text{NH}_3$ . Sehingga saat tutup botol dibuka gas yang dihasilkan akan dilepaskan keudara. Adapun reaksi yang terjadi adalah:

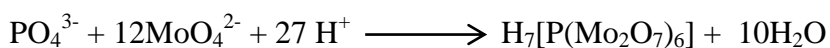


Qomariyah (2017) dalam penelitiannya mengatakan bahwa proses fermentasi dan lama fermentasi mempengaruhi hasil kinerja dari bakteri, hal ini dikarenakan kecepatan bakteri yang berbeda-beda dalam mengurai bahan fermentasi. Faktor lain yang mempengaruhi hasil penguraian protein yaitu sifat bahan, jenis bakteri yang tumbuh selama proses fermentasi dan kondisi saat fermentasi. Jumlah bakteri yang terkandung dalam pupuk organik cair mengakibatkan bakteri mengkonsumsi banyak mineral dalam pupuk sehingga mempengaruhi kandungan pada pupuk. Analisis pupuk organik cair daun kelor dengan dan tanpa penambahan EM4 belum mencapai hasil yang optimal karena hasil analisis berada dibawah standart yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pertanian No.28/Permentan/OT.140/2/2009, penggunaan pupuk cair yang dihasilkan ini bisa diaplikasikan dan digunakan walaupun kadarnya kurang dari <2% atau <2000 ppm.

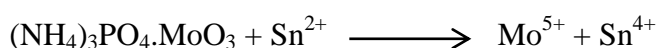
#### **4.7 Analisis Golongan Senyawa Aktif Fosfor dalam bentuk $\text{P}_2\text{O}_5$ pada Pupuk Cair Daun Kelor**

Uji kandungan fosfat dilakukan dengan mengambil 50 mL sampel pupuk cair daun kelor secara triplo dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Pupuk cair daun kelor kemudian ditambahkan dengan 1 tetes indikator fenolftalin, tujuannya untuk memberikan warna merah muda. Sehingga saat ditambahkan tetes demi tetes  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5N warna akan hilang. Larutan yang terbentuk kemudian

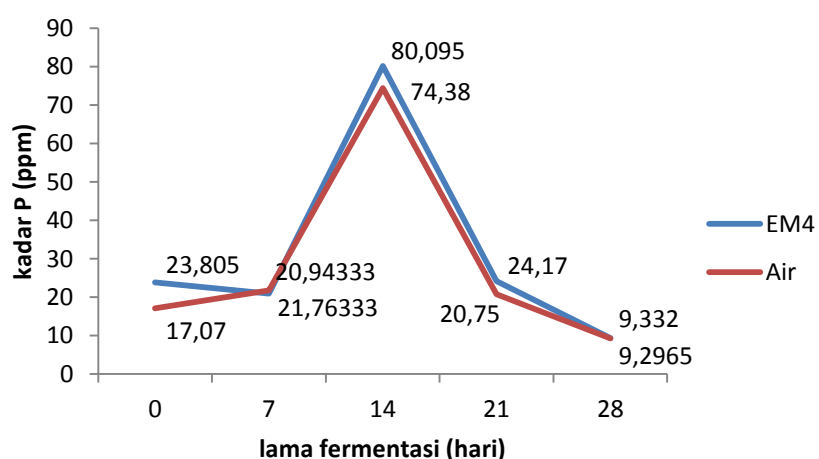
ditambahkan dengan 8 mL larutan campuran, adanya asam askorbat dan antimoniltartrat untuk mereduksi kompleks fosfomolibdenum kuning menjadi kompleks fosfomolibdenum biru. Antimoniltartrat meningkatkan intensitas warna biru yang dapat digunakan untuk mengukur absorbansi (Walinga, 1995) dan dihomogenkan menghasilkan reaksi:



Absorbansi dapat diukur dengan kompleks fosfomolibdat tereduksi oleh asam askorbat, penambahan pereduksi akan membentuk larutan berwarna biru yang merupakan molibdenum(V), reaksi yang terjadi (Sawyer dkk, 2013):



Selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 880 nm dengan kisaran waktu analisis antara 10 menit-30 menit. Adapun hasil dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Grafik kadar fosfor pada pupuk organik cair daun kelor dengan dan tanpa penambahan EM4

Perbandingan hasil analisis kadar fosfor dalam bentuk senyawa  $\text{P}_2\text{O}_5$  dengan dan tanpa penambahan EM4 dapat dilihat pada Gambar 4.4. Analisis

dengan penambahan EM4 menunjukkan kadar senyawa  $P_2O_5$  pada hari ke-0 sebesar 23,805 ppm. Hari ke-7 kadar senyawa  $P_2O_5$  mengalami penurunan menjadi 20,94333 ppm dan pada hari ke-14 mengalami kenaikan sebesar 80,095 ppm. Kenaikan kadar senyawa  $P_2O_5$  terjadi secara signifikan pada hari ke-14 dengan dan tanpa penambahan EM4. Hari ke-21 sampai ke-28 kadar senyawa  $P_2O_5$  terus mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena proses penyaringan. Selain itu fosfor banyak terdapat di tanah, kadar fosfor pada tumbuhan cenderung lebih sedikit karena sebagian besar fosfor terikat secara kimia oleh unsur lain sehingga menjadi senyawa yang sukar larut dalam air (Isnaeni, 2015). Hal ini menyebabkan pada saat proses penyaringan pupuk organik cair fosfor lebih banyak tertinggal pada filtrat, karena tanaman menyerap fosfor dalam bentuk ion ortofosfat ( $H_2PO_4^-$ ) dan ion ortofosfat sekunder ( $H_2PO_4^{2-}$ ) ion fosfor ini cepat berubah menjadi senyawa fosfor yang bergerak dalam jaringan tanaman. Dan kadar optimal fosfor dalam tanaman pada saat pertumbuhan vegetatif 0,3%-0,5% berat kering (An'nur, 2015). Analisis pupuk organik cair daun kelor dengan dan tanpa penambahan EM4 belum mencapai hasil yang optimal karena hasil analisis berada dibawah standart yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pertanian No.28/Permentan/OT.140/2/2009, penggunaan pupuk cair yang dihasilkan ini bisa diaplikasikan dan digunakan walaupun kadarnya kurang dari <2% atau <2000 ppm.

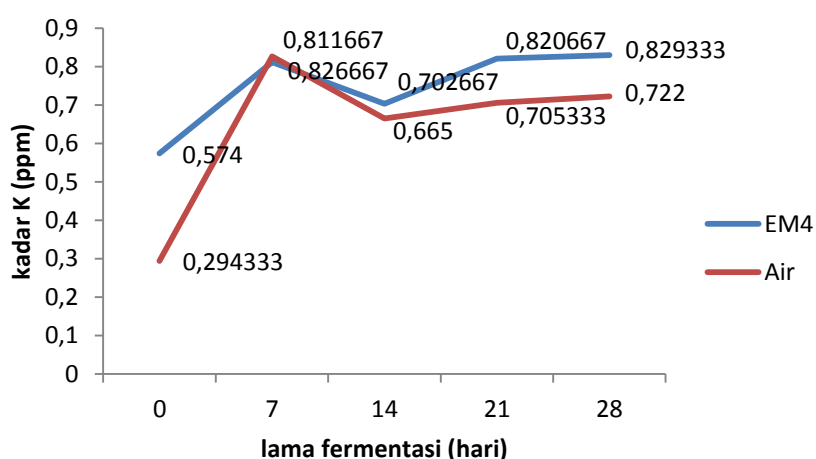
#### **4.8 Identifikasi Unsur Kalium dengan Menggunakan AAS**

Uji kandungan kalium pada pupuk cair daun kelor dilakukan dengan menambahkan larutan  $H_2SO_4$  pekat dan larutan  $HNO_3$  pekat, tujuannya untuk mengoksidasi senyawa organik yang terdapat pada sampel pupuk cair daun kelor.

Dilakukan pemanasan diatas hot plate untuk mempercepat reaksinya. Selama proses destruksi ini timbul asap berwarna kuning kecoklatan dengan bau yang menyengat (Makiyah, 2013). Penambahan larutan  $H_2SO_4$  dan  $HNO_3$  pekat menghasilkan larutan berwarna hitam pekat dan pada proses pemanasan akan menghasilkan asap berwarna putih. Penambahan  $HNO_3$  dilakukan secara bertahap hingga asap yang dihasilkan berwarna putih dan warna larutan dari hitam pekat menjadi berwarna kuning terang. Hasil dari analisis selanjutnya diukur menggunakan spektrofometer AAS dengan menggunakan panjang gelombang 766,5 nm.



Gambar 4.5 Sebelum dan sesudah penambahan  $H_2SO_4$



Gambar 4.6 Grafik kadar kalium pada pupuk organik cair daun kelor dengan dan tanpa penambahan EM4

Gambar 4.6 menunjukkan hasil analisa kalium pada pupuk cair daun kelor dengan perbandingan dengan dan tanpa menggunakan EM4, penggunaan pelarut EM4 akan menghasilkan kadar kalium yang lebih banyak jika dibandingkan tanpa menggunakan EM4. Pupuk cair daun kelor dengan pelarut EM4 menghasilkan kadar kalium pada hari ke-0 sebesar 0,574 ppm. Hari ke-7 sebesar 0,811667 ppm, hari ke-14 mengalami penurunan menjadi 0,702667 ppm. Sedangkan pada hari ke-21 mengalami kenaikan menjadi 0,820667 dan hari ke 28 sebesar 0,829333 ppm. Hasil penelitian ini dimungkinkan bahwa, kerja bakteri masih efektif. Sehingga fermentasi hari ke-28 kadar kalium yang dihasilkan pada analisis pupuk cair daun kelor masih tinggi.

Perlakuan tanpa penambahan EM4 menghasilkan kadar kalium pada hari ke-0 sebesar 0,294333 ppm. Hari ke-7 sebesar 0,826667 ppm, pada hari ke-14 menurun sebesar 0,665 ppm. Pada hari ke-21 kadar kalium naik sebesar 0,705333 ppm dan hari ke-28 sebesar 0,722 ppm. Gambar 4.6 menunjukkan bahwa, kadar kalium dengan dan tanpa penambahan EM4 menghasilkan kadar kalium yang tidak jauh kenaikan dan penurunannya pada hari ke-0 sampai hari ke-28. Hanya saja jika dibandingkan dengan penggunaan EM4 kandungan kalium lebih banyak dengan penggunaan EM4 ditunjukkan pada Gambar 4.6. Menurut penelitian yang dilakukan Handayati (2010) kalium digunakan oleh mikroorganisme sebagai katalisator dalam substrat, sehingga adanya aktivitas mikroorganisme berpengaruh penting terhadap kandungan kalium. Kalium diikat dan disimpan dalam sel oleh mikroorganisme dan jamur, apabila mengalami degradasi maka kandungan kalium akan tersedia kembali.



Kecepatan organisme dalam tumbuh dan berkembang selama proses fermentasi juga memiliki berpengaruh pada jumlah kalium yang terbentuk (Mulyadi, 2013). Berbeda dengan menggunakan pupuk cair tanpa EM4 maka kalium yang terkandung dalam bahan organik larut dalam air saat proses fermentasi, sehingga proses fermentasi oleh bakteri akan lebih lama dan hal ini mempengaruhi kadar kalium pada pupuk cair (Handayani, 2017). Analisis kalium pada pupuk organik cair daun kelor dengan dan tanpa penambahan EM4 belum mencapai hasil yang optimal karena hasil analisis berada dibawah standart yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pertanian No.28/Permentan/OT.140/2/2009, penggunaan pupuk cair yang dihasilkan ini bisa diaplikasikan dan digunakan walaupun kadarnya kurang dari <2% atau <2000 ppm.

#### 4.9 Pemanfaatan Daun Kelor dalam Tinjauan Islam

Al-Qur'an telah menjelaskan bahwa banyak jenis-jenis tumbuhan yang mampu tumbuh di bumi dengan adanya bantuan air hujan. Tumbuh-tumbuhan yang hidup di muka bumi bermacam-macam jenis dan manfaatnya terutama untuk memenuhi kebutuhan manusia, hewan dan tumbuhan. Maha suci Allah SWT yang menciptakan segala sesuatu dengan bermacam-macam manfaat dalam berbagai aspek kehidupan. Berkaitan dengan pemeliharaan lingkungan, Rasulullah SAW mengajarkan kepada umat manusia tentang bagaimana melakukan penghijauan dan melestarikan alam (Nur, 2018). Adapun hadist Rasulullah SAW tersebut berbunyi:

مَا مِنْ مُسْلِمٍ يَغْرِسُ غَرْسًا إِلَّا كَانَ مَا أَكَلَ مِنْهُ لَهُ صَدَقَةٌ وَ مَا سُرِقَ مِنْهُ لَهُ صَدَقَةٌ  
وَمَا أَكَلَتِ الطَّيْرُ فَهُوَ لَهُ صَدَقَةٌ وَ لَا يَرِزُوهُ أَحَدٌ إِلَّا كَانَ لَهُ صَدَقَةٌ

Artinya: *Tidaklah seorang muslim menanam pohon, tidak pula menanam tanaman kemudian pohon atau tanaman tersebut dimakan oleh burung, manusia atau binatang melainkan menjadi sedekah baginya (HR. Imam Bukhari dan Muslim dari Anas)*

Diantara ciptaan Allah SWT yang bermanfaat bagi manusia salah satunya adalah diciptakannya tumbuhan kelor. Kelor merupakan salah satu tumbuhan yang memiliki banyak manfaat, adapun manfaatnya sebagai pupuk. Daun kelor yang gugur bahkan dapat menjadi pupuk bagi tanaman yang ada disekitarnya, daun kelor yang jatuh ketanah dapat menghasilkan sumber nitrogen yang dibutuhkan oleh tumbuhan lain karena sifatnya untuk memperbaiki tanah-tanah kritis. Adanya akal dan fikiran yang dimiliki manusia mampu dikembangkan sebagai potensi untuk mengelola dan mengembangkan daun kelor sebagai pupuk cair, sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah. Meningkatkan kebutuhan hara tanah dapat memperbaiki sifat fisik, kimia juga biologi tanah. Memanfaatkan daun kelor sebagai pupuk cair tujuannya untuk menekan penggunaan pupuk anorganik secara berkala, hal ini dikarenakan pada pupuk organik sudah cukup mengandung unsur mikro yang lebih lengkap dibandingkan dengan pupuk anorganik. Pupuk menjadi penunjang tumbuh kembang tanaman dan juga tanah. Tanah yang baik akan menghasilkan tumbuhan yang baik sehingga akan bernilai sedekah bagi manusia yang menanamnya, adapun hadistnya berbunyi :

حَدَّثَنَا يَحْيَى بْنُ يَحْيَى وَقُتَيْبَةُ بْنُ سَعِيدٍ وَمُحَمَّدُ بْنُ عُبَيْدٍ الْغُبَرِيُّ وَاللَّفْظُ لِيَحْيَى قَالَ  
يَحْيَى أَخْبَرَنَا وَقَالَ الْآخَرَانِ حَدَّثَنَا أَبُو عَوَانَةَ عَنْ قَتَادَةَ عَنْ أَنَسٍ قَالَ قَالَ رَسُولُ  
اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ مَا مِنْ مُسْلِمٍ يَغْرِسُ غَرْسًا أَوْ يَزْرَعُ زَرْعًا فَيَأْكُلُ مِنْهُ  
طَيْرٌ أَوْ إِنْسَانٌ أَوْ بَهِيمَةٌ إِلَّا كَانَ لَهُ بِهِ صَدَقَةٌ

Artinya: *Telah menceritakan kepada kami Muhammad bin Mutsanaa, telah menceritakan kepada kami Abdul Wahab, telah menceritakan kepada kami Ayub dari Hisyam bin Urwah dari Ayahnya dari Sa'id bin Zaid dari Nabi Muhammad*

*SAW, berkata “Barang siapa telah menghidupkan kembali tanah yang telah mati, maka tanah itu milik dia tidak ada hak bagi keringat orang yang zhalim kepadanya” (HR. Abu Daud)*

Hadist diatas memberikan gambaran bahwasannya menjaga kelestarian tumbuhan dengan cara bercocok tanam adalah hal yang bermanfaat lagi penting. Seorang muslim yang menjaga dan merawat ekosistem lingkungan tidak akan pernah merugi dimata Allah SWT. Hal ini dikarenakan manfaat tersebut akan dirasakan oleh manusia, hewan, tumbuhan bahkan bumi yang ditempati. Sebab tanaman merupakan salah satu makhluk hidup yang memiliki manfaat yang bernilai sedekah bagi orang yang menjaga dan melestarikannya untuk kemaslahatan bersama (Qadir, 2011).

Penggunaan pupuk organik juga membantu kelangsungan hidup pada mikroorganisme, berbeda dengan pupuk anorganik penggunaan pupuk harus sesuai bila kadarnya berlebih dan terbawa aliran air akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Berbeda halnya dengan pupuk organik yang dapat mengikat unsur hara dalam tanah sehingga tidak mudah tercuci dan dapat memenuhi kebutuhan tanaman dengan seimbang. Penggunaan jangka panjang memberikan pengaruh baik untuk mempertahankan kadar unsur organik dalam tanah sehingga menghasilkan tanah yang baik (Pranata 2004). Penggunaan pupuk anorganik seperti urea (pupuk N), TSP atau SP-36 (pupuk P). KCl (pupuk K) dengan berbagai keunggulan yang tidak dimiliki oleh pupuk organik menjadi pilihan yang diminati oleh petani selain proses reaksinya lebih cepat, pupuk anorganik dapat menurunkan populasi OPT dengan periode pengendalian residu dalam jangka panjang dan meningkatkan produksi pertanian (Adawiah, 2018).

Dibalik keunggulan tersebut terdapat bahaya bagi lingkungan apabila digunakan secara terus-menerus dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan keracunan. Menurut WHO penggunaan pupuk anorganik yang terakumulasi dalam tanah dan air berdampak buruk bagi keseimbangan ekosistem (Novizan, 2020). Berbeda apabila menggunakan pupuk organik yang akan melepaskan hara tanah secara perlahan dan kontinu sehingga membantu dan mencegah terjadinya ledakan suplai hara yang dapat membuat tanaman mengalami keracunan. Penggunaan pupuk organik daun kelor dengan penambahan bakteri EM4 juga dapat menstabilkan partikel dalam tanah, aktivitas mikroorganisme yang menguntungkan, pertumbuhan akar dan perkecambahan biji (Kartika, 2014).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, analisis pupuk organik cair daun kelor menghasilkan kadar nitrogen, fosfor dan kalium dibawah kadar maksimum yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pertanian No.28/Permentan/OT.140/2/2009. Ambang batas kadar maksimum nitrogen, fosfor dan kalium adalah <2% atau <2000 ppm, sedangkan kadar nitrogen tertinggi pada analisis sampel pupuk organik cair daun kelor menggunakan EM4 tertinggi hanya sebesar 216,75 ppm dan air sebesar 336 ppm. Kadar fosfor dengan pelarut EM4 tertinggi sebesar 80,095 ppm dan pada air kadar fosfor tertinggi sebesar 74,38 ppm dan untuk analisis kalium pada pupuk organik cair daun kelor dengan pelarut EM4 menghasilkan kadar kalium tertinggi sebesar 0,829333 ppm dan pada air kandungan kalium tertinggi sebesar 0,826667 ppm. Hasil ini dibawah batas ambang maksimum yang ditetapkan karena itu pupuk organik cair daun kelor apabila digunakan tidak akan menimbulkan bahaya pada tanaman, lingkungan dan juga makhluk hidup yang lain. Hal ini menjadi salah satu pilihan yang dapat

dilakukan untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik, karena menggunakan pupuk cair organik menjadi pilihan yang aman selain untuk tanaman dan lingkungan juga untuk membantu mengurangi pencemaran yang disebabkan dari penggunaan bahan kimia dalam jangka waktu lama.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan :

1. Hasil analisis pupuk cair organik daun kelor dengan penambahan EM4 menghasilkan kadar optimum nitrogen total pada hari ke-21 sebesar 151,2 ppm, sedangkan untuk perlakuan tanpa penambahan EM4 menghasilkan kadar nitrogen optimum pada hari ke-7 sebesar 336 ppm.
2. Hasil analisis pupuk cair organik daun kelor dengan dan tanpa penambahan EM4 menghasilkan kadar fosfor optimum pada hari ke-14 sebesar 80,095 ppm dan 74,38 ppm.
3. Hasil analisis pupuk organik cair daun kelor dengan menggunakan EM4 menghasilkan kadar kalium pada hari ke-28 sebesar 0,829333 ppm, sedangkan tanpa penambahan EM4 menghasilkan kadar optimum pada hari ke-7 sebesar 0,826667 ppm.

#### **5.2 Saran**

Saran penulis untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Menguji unsur-unsur banyak terdapat didalam daun kelor.
2. Menambahkan komposisi lain selain daun kelor yang dapat meningkatkan kadar dari nitrogen, fosfor dan kalium.
3. Uji statistik annova untuk mengetahui lebih lanjut tentang pengaruh dari lama fermentasi bioaktivator EM4 pada pupuk cair daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap kandungan nitrogen, fosfor dan kalium.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adawiah, R. A. R. 2018. Potensi Ekstrak Daun Lamtoro sebagai Bioherbisida Terhadap Pertumbuhan Beberapa Jenis Gulma. *Skripsi*. UIN Malang
- Adiaha, M. S. 2017. *Potential of Moringa oleifera as Nutrient-Agent for Biofertilizer Product. Faculty of Agriculture and Forestry*. Cross River University of Technology. Nigeria 101-104
- Affandi. 2008. *Pemanfaatan Urine Sapi yang Difermentasi sebagai Nutrisi Tanaman*. Yogyakarta: Andi Offset
- Ali, F., Devy P. U dan Nur A. K. 2018. Pengaruh Penambahan EM4 dan Larutan Gula pada Pembutan Pupuk Kompos dari Limbah Industri Crumb Rubbes. *Jurnal Teknik Kimia* No. 2, Vol. 24
- Aljazairi, A. B. J. 2008. *Tafsir Al-Aisar Jilid 4*. Jakarta: Darus Sunah Press
- Aminah, S., Tear R., Muflihani Y. 2015. Kandungan Nutrisi dan Sifat Fungsional Tanaman Kelor dan Sifat Fungsional Tanaman Kelor (*Moringa oleifera L.*). Bulletin Pertanian Perkotaan, Vol. 5 No. 2. Jakarta: *Jurnal Balai Pengkajian Teknologi Pertanian*
- An'nur, F. K. 2015. Peningkatan Kadar P dan K Pupuk Cair Organik Menggunakan Batuan Fosfat Alam dan Sabut Kelapa. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang
- Astuti, H. B dan Wahyu W., 2014. Penerapan Teknologi Pemupukan Padi Sawah di Provinsi Bengkulu. *Jurnal Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP)* Bengkulu: AGRISEP Vol.14 50-59
- Clark, B. J. 1993. *UV Spektroskopi Techniques Instrumentations Data Handling*. London: Chapman dan Hall
- Dalimartha, S. 1999. *Atlas Tumbuhan Obat Jilid I*. Jakarta: Trubus Agriwidya
- Diana, P. 2019. Analisa Kadar Fosfat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) pada Air Badan Air dengan Metode Spektrofotometri di Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Sumatera Utara. *Skripsi*. Universitas Sumatra Utara Medan
- Departemen Agama RI. 2010. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: Diponegoro
- Dewi, E. K., Suliasih, N., dan Gardina Y., 2016. Pembuatan Cookies dengan Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera L.*) pada Berbagai Suhu Pemanggangan. *Jurnal Program Studi Teknologi Pangan*. Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung
- Foidl, N., Makkar H.P.S dan Becker K. 2001. The Potential of Moringa oleifera for Agricultural and Industrial Uses. *Journal of Development Potential for Moringa Products* : hal. 6-8

- Fuglie, L. J. 2000. *New Uses of Moringa Studied in Nicaragua*. ECHO Development Notes 68
- Gandjar, I. G dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar 261-262
- Gopalakrishnan, L., Doriya, K., dan Kumar, D.S. 2016. *Moringa oleifera L.: A Review on Nutritive Importance and its Medical Application*. *Journal Food Science and Human Wellness*, 5: 49-56
- Hadisuwito, S. 2007. *Membuat Kompos Cair*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka
- Hadisuwito, S. 2012. *Membuat Pupuk Organik Cair*. Jakarta: PT. Agro Media Pustaka
- Hananto. 2012. Pengaruh Pengomposan Limbah Organik Sebagai Bahan Pembuatan Pupuk Terhadap Kandungan C, N, P dan K dalam Pupuk Cair yang Terbentuk. *Tesis*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Handayani, D.2017. Aktivitas Antibakteri dan Identifikasi Senyawa Kimia Asam Lemak dari Mikroalga *Lyngbya sp.* *Biopropal Industri* Vol. 8 No. 2
- Handayati, E. 2010. *Kandungan Fosfor Rasio C/N dan pH Pupuk Cair Hasil Fermentasi Kotoran Berbagai Ternak dengan Starter Stardec*. FMIPA. IKIP PGRI Semarang
- Haryanto, T., Suhartini., dan E. Rahayu. 2000. *Tanaman Sawi dan Selada*. Depok: Penebar Swadaya
- Indrawan, I. M. O., Gede A. B. W., dan Made V. O., 2016. Analisis Kadar N, P, K dalam Pupuk Kompos Produksi TPA Jagaraga, Buleleng. *Jurnal Wahaya Matematika dan Sains*. 2(9)
- Indriani, Y. H. 2005. *Made Compost Rapidly*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Isnaeni, D. 2015. Penentuan Kadar  $P_2O_5$  dalam Pupuk NPK Phonska I dengan Membandingkan Dua Metode Uji pada Spektrofotometer UV-Vis. *Laporan PKL*. Universitas Semarang
- Jalaluddin, Nasrul Z.A., Rizki Syafrina. 2016. *Pengolahan Sampah Organik Buah-Buahan Menjadi Pupuk dengan Menggunakan Efektif Mikroorganisme*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh 5:1 17-29
- Kartika, R. 2014. *Pengaruh Pupuk Organik Cair Daun Kelor (Moringa oleifera Lamk) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakhoy (Brassica rapa L.) yang Ditanam Secara Hidroponik dan Sumbangannya Terhadap Pembelajaran Biologi di SMA*. Universitas Sumatra Utara: Naskah Publikasi
- Kasir, I. 2002. *Tafsir Ibnu Kasir*. Bandung: Sinar Baru Algesindo
- Kasmawan, I. G. A., G. N Sutapa dan I. M Yuliara. 2018. *Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Teknik Komposting Sederhana* Vol. 17 No. 2



- Khopkar, S. M., 1990. *Basic Concepts of Analytical Chemistry diterjemahkan oleh Saptoraharjo*. Jakarta: Universitas Indonesia Press
- Krisnadi, D. 2012. *Ekstrak Daun Kelor Tingkatkan Hasil Panen*. Media Peduli Lingkungan (Lsm-Mepeling)
- Krisnadi, D. 2015. *Kelor Super Nutrisi*. Blora: Pusat Informasi dan Pengembangan Tanaman Kelor Indonesia Lembaga Swadaya Masyarakat-Media Peduli Lingkungan (Lsm-Mepeling)
- Laras. 2019. Efektivitas Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) dalam Pengendalian Ulat Krop (*Crociodolomia pavonana* F.) pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L varcapitata). *Tesis*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung
- Lingga dan Marsono. 2007. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Edisi Revisi. Jakarta: Penebar Swadaya
- Lingga, P., dan Marsono. 2008. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta: Penebar Swadaya Hal. 13
- Mahrani dan Mubasyir. 2006. *Al-Qur'an Bertutur Tentang Makanan dan Obat-obatan*. Yogyakarta: Mitrapustaka
- Makiyah, M. 2013. Analisis Kadar N, P dan K pada Pupuk Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tanaman Matahari Meksiko (*Thitonia diversivolia*). Semarang. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang
- Marsiningsih, N. W., Suwastika A. A. N. G dan Sutari N. W. S., 2015. Analisis Kualitas Larutan Mol (Mikroorganisme Lokal) Berbasis Ampas Tahu *E-Jurnal Agroteknologi Tropika* 4 (3): 180-190
- Marsono dan Paulus S., 2001. *Pupuk Akar Jenis dan Aplikasi*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Moyo, B., P.J Masika., Hugo A., dan Muchenje V. 2011. Nutritional Characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam) Leaves. *Afr. J. Biotechnology* 10 (60): 12925-12933
- Mughal, M. H., Ali, G., Srivasta, P. S. dan Iqbal, M.1999. Improvement of drumstick (*M. pterygosperma Gaestri*)-a unique source of food and Medicine Through Tissue Culture. *Harmdad Med.* 42: 37-42
- Mulyadi, Y. 2013. Studi Penambahan Air Kelapa pada Pembuatan Pupuk Cair Limbah Ikan Terhadap Kandungan Hara Makro C, N, P dan K. Semarang: *Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro*
- Murni, R., Suparjo, A. dan Ginting, D. L., 2012. *Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah untuk Pakan*. Laboratorium Makanan Peternakan Teknik Fakultas Jambi
- Naibaho, A. 2019. Pengaruh Lama Fermentasi Pupuk Organik Cair Kombinasi Kipahit, Daun Kelor dan Jerami Padi Terhadap Kandungan Nitrogen dan Kalium. Yogyakarta: *Jurnal Universitas Sanata Dharma*

- Namang, C. 2015. Pengaruh Pemberian Konsentrasi EM4 yang Berbeda-beda Terhadap Pertumbuhan Cabai Rawit (*Capsicum frutescans L.*). *Skripsi*. Program Studi Pendidikan Biologi. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma
- Nur, M. 2017. Pengaruh Pemberian Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Pertambahan Berat Badan Sapi Bali. *Skripsi*. UIN Alauddin Makasar
- Nur, A. 2018. Pemanfaatan Tumbuhan Azolla (*Azolla pinnata*) Sebagai Pupuk Organik Cair dan Kompos pada Pertumbuhan Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum L.*). *Skripsi*. UIN Alauddin Makasar
- Naswir. 2008. Pemanfaatan Urine Sapi yang Difermentasi sebagai Nutrisi Tanaman. *Pengantar Falsafah Sains*. Program Pascasarjana. Bogor: IPB
- Novizan. 2020. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Jakarta: Agromedia Pustaka Hal. 23-24
- Ojiako, E. N. 2014. *Phytochemical Analysis and Antimicrobial Screening of Moringa oleifera Leaves Extract*. Department of Pure and Industrial Chemistry Anambra State University Vol. 3 Hal. 32-35
- Palupi, N. S., Zakaria, F. R dan Prangdimurti, E. 2017. *Pengaruh Pengolahan Pangan Terhadap Nilai Gizi Pangan Modul e-learning ENBP*. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Fateta. IPB
- Pappang, S. M,. 2018. Pengaruh Lama Fermentasi Mikrobial Bioaktivator EM4 pada Pupuk Cair Ampas Kopi Arabika Toraja (Coffe arabica Toraja) Terhadap Pembentukan Kandungan Nitrogen dan Fosfor Total. Yogyakarta: *Jurnal Universitas Sanata Dharma*
- Peraturan Menteri Pertanian. 2009. No. 28/Permentan/SR.140/5/2009. *Tentang Persyaratan Teknik Minimal Pupuk Organik*. Kementerian Pertanian. Jakarta
- Pranata, A. S,. 2004. *Pupuk Organik Cair Aplikasi dan Manfaatnya*. Jakarta: Agromedia Pustaka
- Purba, E. S. Br,. 2019. Pengaruh Lama Fermentasi Pupuk Organik Cair Limbah Cair Tahu dan Daun Lamtoro Dengan Penambahan Bioaktivator EM4 Terhadap Kandungan Fosfor dan Kalium Total. Yogyakarta: *Jurnal Universitas Sanata Dharma*
- Quthb, S. 2004. *Tafsir Fi Zhilalil Qur'an*. Jakarta: Gema Insani Press
- Qodir, Gassing H. T. 2011. Etika Lingkungan dalam Islam. *Skripsi*. UIN Alauddin Makasar
- Qomariyah, N. 2017. Uji Kandungan Nitrogen dan Phospor Pupuk Organik Cair Jerami Padi dan Daun Kelor dengan Penambahan Kotoran Burung Puyuh sebagai Bioaktivator. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Ratrinia, P. W., Widodo F. M., Eka N.D,. 2014. Pengaruh Penggunaan Bioaktivator EM4 dan Penambahan Daun Lamtoro (*Leucaena*

- leucocephala*) Terhadap Spesifikasi Pupuk Organik Cair Rumput Laut (*Eucheuma spinosum*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* Vol.3 No.3 Hal 82-87
- Santi, S. S. 2008. Pembuatan Alkohol dengan Proses Fermentasi Buah Jambu Mente oleh Khamir *Sacharomices cerevesiae*. *Jurnal Penelitian Ilmu Ternak*, 8(2), 104-111
- Sari, N. K., 2010. *Analisa Instrumentasi*. Surabaya: Yayasan Humaniora
- Sastrohamidjojo, H. 2013. *Dasar-Dasar Spektroskopi*. Yogyakarta: UGM Press
- Sawyer, C. N., Perry L. Mc. C. dan Gene F. P. 2013. *Chemistry for Environmental Engineering and Science*. Mc Graw Hill
- Shihab, Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah: Pesan dan Kesan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati
- Siboro, E. J., Edu, S., dan Netti H. 2013. Pembuatan Pupuk Cair dan Biogas dari Campuran Limbah Sayuran. *Jurnal Teknik Kimia USU* Vol. 2 No. 3
- Simbolan, J. M., Simbolan M. dan Katharina N. 2007. *Cegah Malnutrisi dengan Kelor*. Yogyakarta: Kanisius
- Sinaga, H L. R., 2011. Penggunaan Rumen Sapi Sebagai Aktivator pada Pembuatan Kompos Daun Lamtoro (*Leuceana leucocephala*). Medan: *Jurnal Universitas Sumatra Utara*
- Sintha, S. S. 2008. Kajian Pemanfaatan Limbah Nilam untuk Pupuk Cair Organik dengan Proses Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 2(2), 170-174
- Small, E. 2012. *Top 1000 Exotic Food Plants*. New York: CPR Press
- Subin, E. R. 2016. Pengaruh Pemberian Konsentrasi Pupuk Organik Cair Daun Lamtoro (*Leucaera leucocephala*) Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Sawi Caisim (*Brassica juncea* L.) Yogyakarta: *Jurnal Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma*
- Sugianto, A. K., 2016. Kandungan Gizi Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Berdasarkan Posisi Daun dan Suhu Penyeduhan. *Skripsi*. Fakultas Ekologi Manusia. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Sunaryo. 1989. *Budidaya Tomat*. Jurusan Budidaya Pertanian Bogor Hal. 1-25
- Sundari, E., Sari, E dan Rinaldo, R., 2012. Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Bioaktivator Biosca dan EM4. *Prosiding SNTK TOPI*. ISSN 1907-0500
- Suriandikarta, D. A. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Bandung: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
- Susila, S. 2016. Pengaruh Penggunaan Pupuk Cair Daun Kelor dengan Penambahan Kulit Buah Pisang Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung.

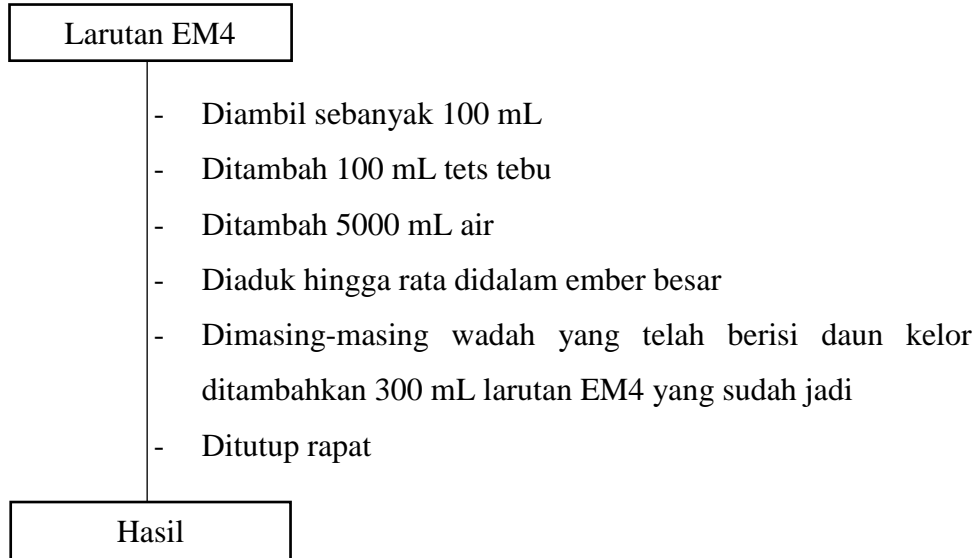
*Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta

- Somalia, M. A., Bajnedi M. A., dan Al Faimani S.S., 1984. Chemical Composition and Characteristic of M. Peregrine Seed and Seen Oil. *J. Am. Chem. Sco.* (61) 85-86
- Tilong, A.D. 2012. *Ternyata, Kelor Penakluk Diabetes*. Yogyakarta: DNA Press
- Utomo, A.S., 2007. *Pembuatan Kompos dengan Limbah Organik*. Jakarta: CV. Sinar Cemerlang Abadi
- Veronika, M., Purwijatiningsih, E.W., dan Pranata, S. 2017. *Efektivitas Ekstrak Daun Kelor (Moringa oleifera) Sebagai Bio-Sanitizer Tangan dan Daun Selada (Lactuca sativa)*. Biota, 2(1), 1-10
- Walinga, I. 1995. *Plant Analysis Procedures Part 7*. Netherlands: Wageningen Agricultura; University Page: 138-139
- Wijaya, K. A., 2008. *Nutrisi Tanaman Sebagai Penentu Kualitas Hasil dan Resistensi Alami Tanaman*. Jakarta: Prestasi Pustaka
- Winarso, S., 2005. *Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Yogyakarta: Gava Media
- Wiyantoko, B., Kurniawati P. dan Purbaningtias T. E. 2017. Pengujian Nitrogen Total, Kandungan Air, dan Cemaran Logam Timbal pada Pupuk Anorganik Nitrogen, Fosfor dan Kalium (NPK) Padat. *Jurnal Sains dan Teknologi* Vol. 6 No. 1 Hal. 51-60
- Yuliani, P. 2017. Pengaruh Lama Fermentasi Pupuk Cair Bayam, Sawi, Kulit Pisang dan Kulit Semangka Terhadap Kandungan Fosfor dan Kalium Total dengan Penambahan Bioaktivator EM4. Yogyakarta: *Jurnal Universitas Sanata Dharma*
- Yulianto, A. B. 2010. *Pengolahan Limbah Terpadu Konversi Sampah Pasar Menjadi Komposisi Berkualitas Tinggi*. Jakarta: Yayasan Diamon Peduli
- Yusmayanti, M dan Anjar P.A., 2019. Analisis Kadar Nitrogen pada Pupuk Urea, Pupuk Cair dan Pupuk Kompos dengan Metode Kjeldahl. *Jurnal Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh*
- Yuwono, D., 2006. *Kompos dengan Cara Aerob maupun Anaerob untuk Menghasilkan Kompos yang Berkualitas*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Zaman, S.B., 2007. Pengomposan Limbah Teh Hitam dengan Penambahan Kotoran Kambing pada Variasi yang Berbeda dengan Menggunakan Starter EM4 (Effective Microorganisme-4). *Jurnal Teknik*, 28(2) P. 126

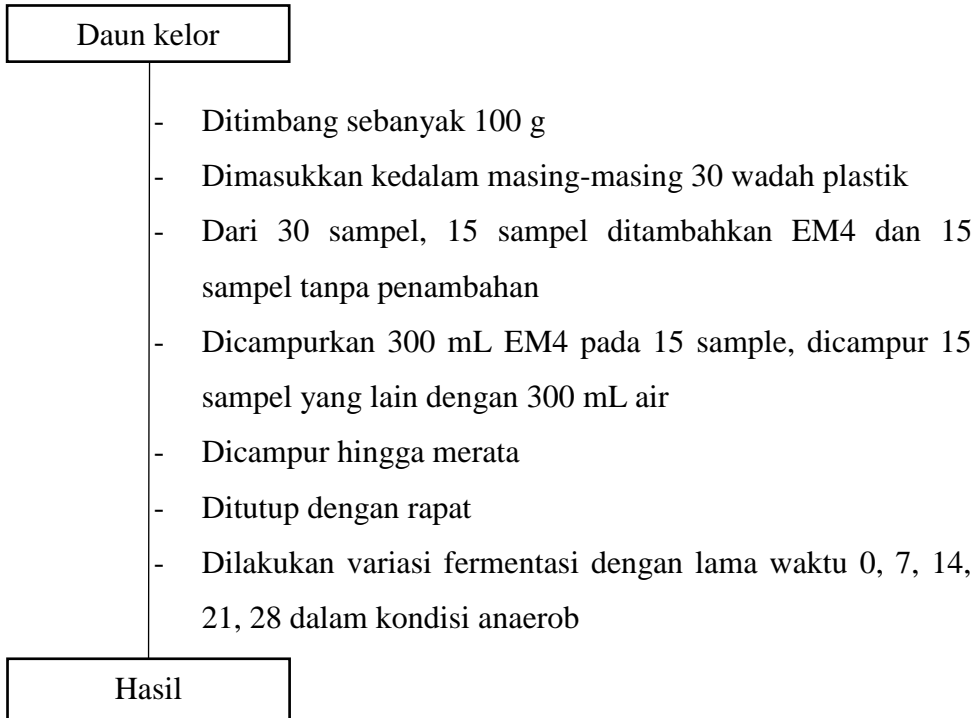
## Lampiran

### Lampiran 1. Skema Kerja

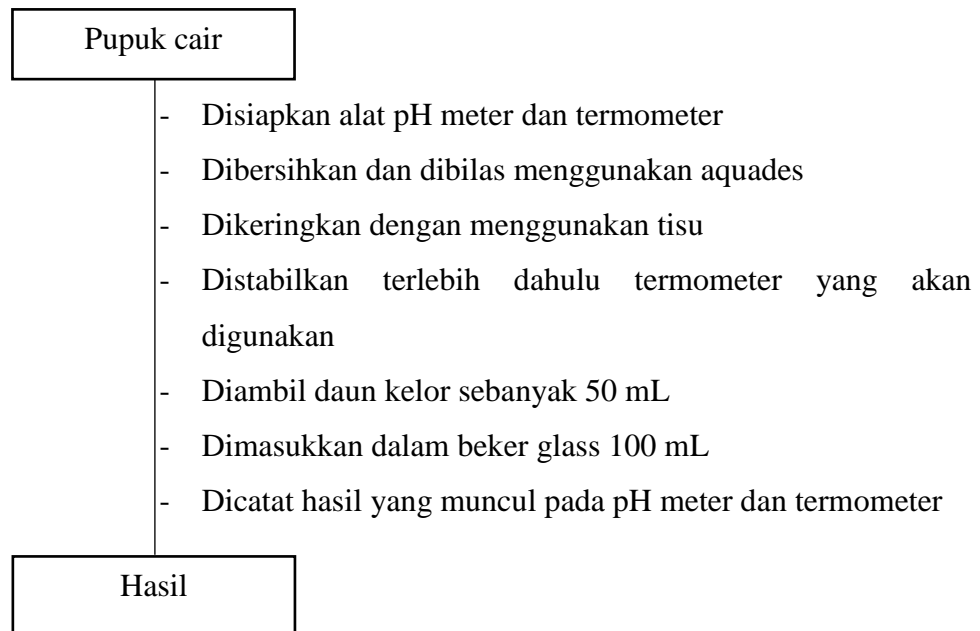
#### 1. Pembuatan larutan untuk proses Fermentasi



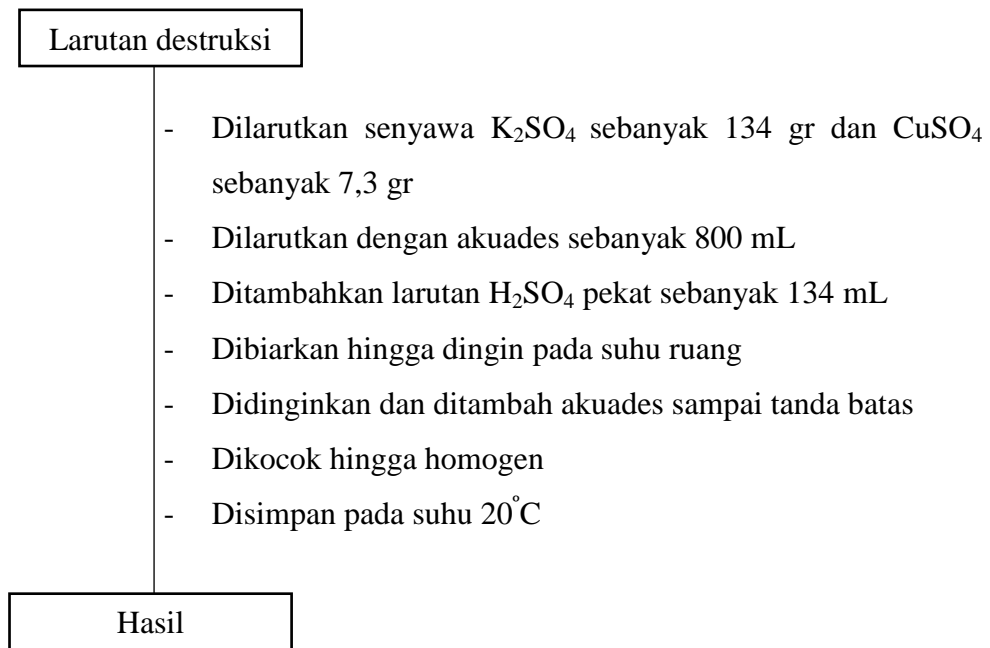
#### 2. Pembuatan pupuk organik cair



## 3. Analisis pH dan Suhu



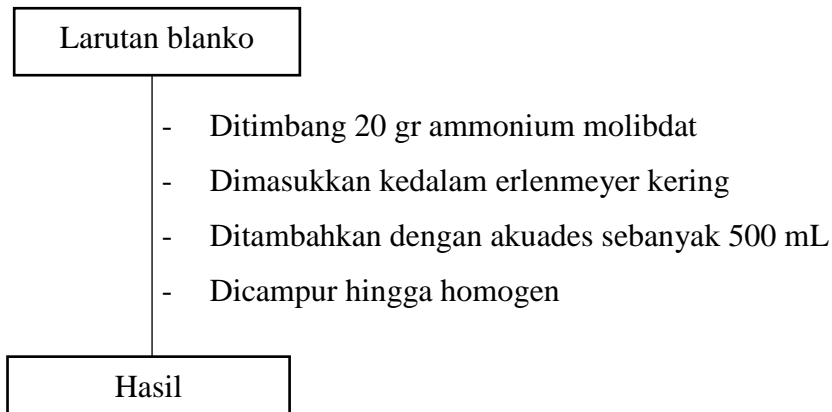
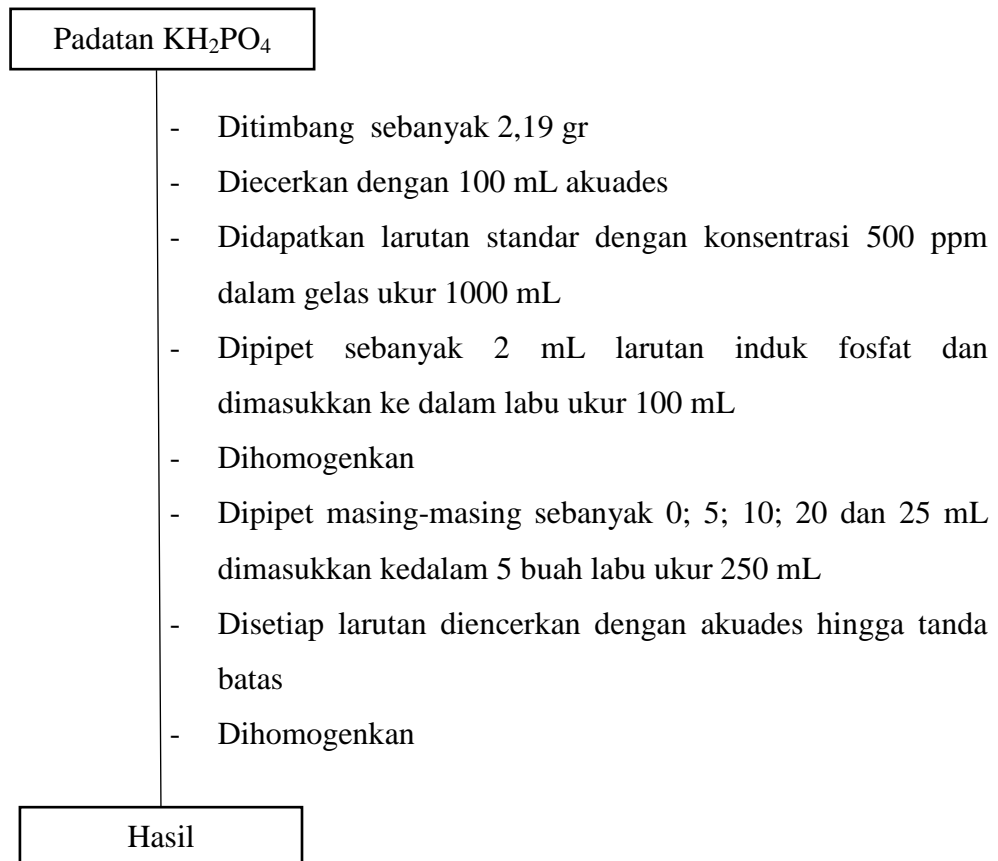
## 4. Pembuatan larutan destruksi



5. Identifikasi golongan senyawa aktif dengan menggunakan metode kjeldahl untuk senyawa nitrogen

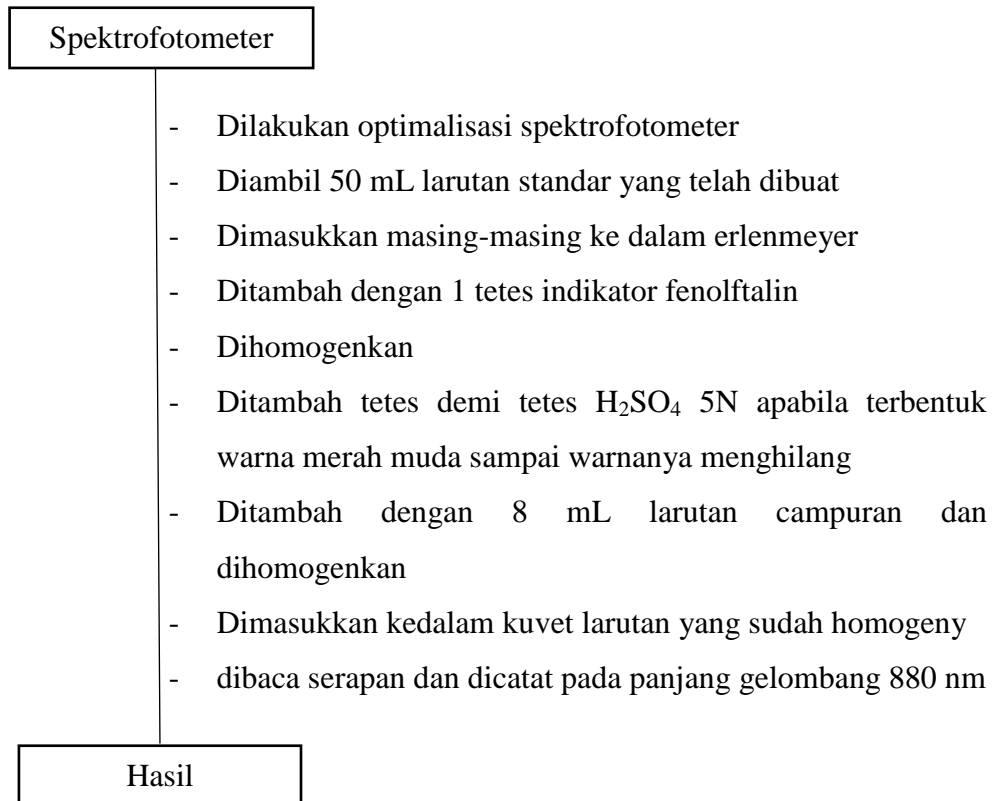
Pupuk cair	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ditambah dengan 50 mL larutan destruksi</li><li>- Dididihkan kembali hingga volume sampel yang didapat sebanyak 25 mL sampai 50 mL</li><li>- Dilakukan destruksi selama 30 menit</li><li>- Dibiarkan hingga dingin pada suhu ruang</li><li>- Ditambah dengan 500 mL air</li><li>- Dikocok hingga homogen</li><li>- Ditambah dengan 50 mL larutan natrium hidroksida dan natrium tiosulfat hingga pH 11</li><li>- Dimasukkan kedalam labu alat destilasi</li><li>- Ditampung destilat dalam erlenmeyer yang sebelumnya telah diisi dengan 50 mL larutan asam borat</li><li>- Dichelupkan ujung kondensor alat destilasi dalam larutan dan suhu harus dijaga agar tidak lebih dari 29°C</li><li>- Dilakukan destilasi sampai destilat yang dihasilkan sebanyak 200 mL</li><li>- Diencerkan destilat yang dihasilkan sampai diperoleh volume sebanyak 300 mL</li><li>- Ditetapkan kadar amoniaknya dengan cara titrimetric</li><li>- Dititrasi destilat dengan larutan penitar <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> 0,02 N dengan menggunakan indikator metil orange</li></ul>
Hasil	

## 6. Pembuatan larutan blanko

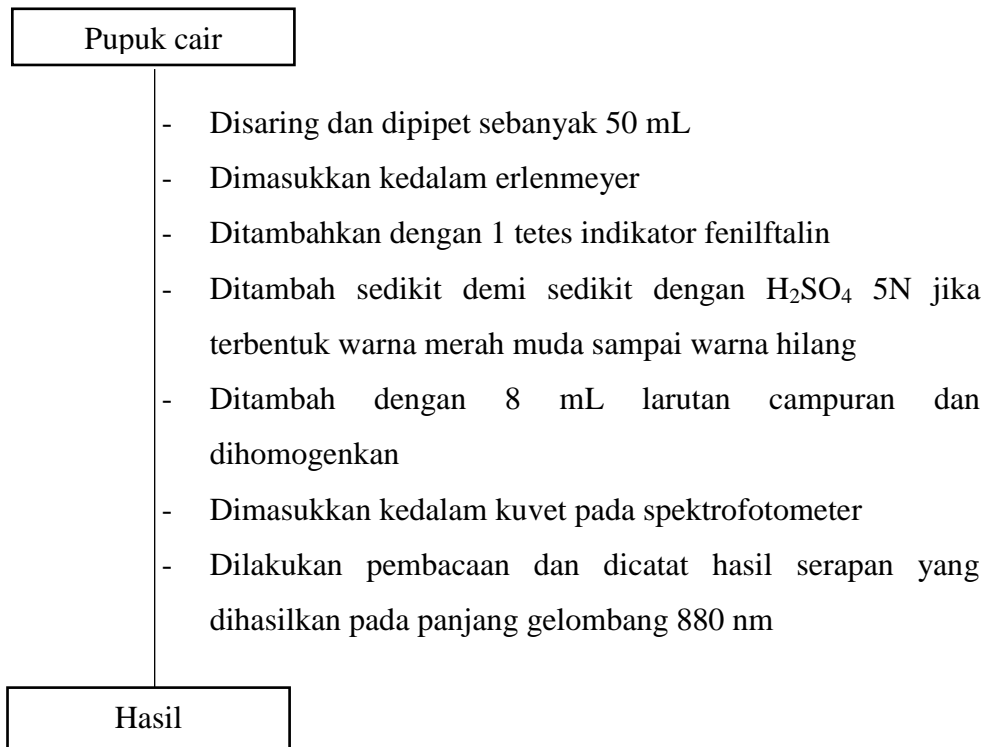
7. Pembuatan larutan standar  $P_2O_5$ 



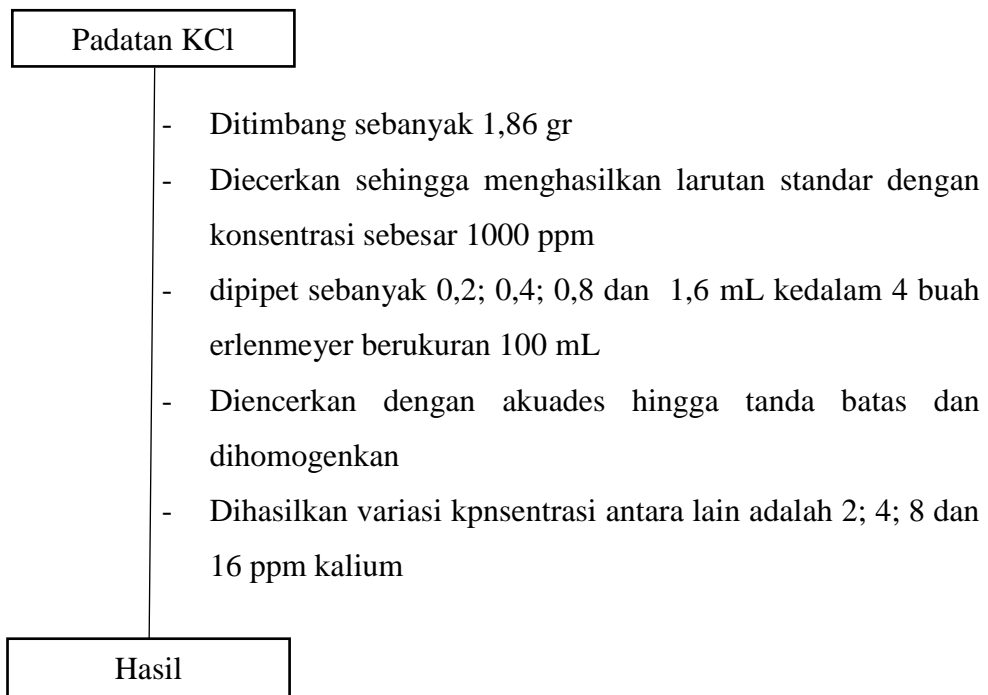
## 8. Pembuatan kurva kalibrasi



9. Identifikasi golongan senyawa aktif dengan menggunakan metode spektrofotometri untuk senyawa fosfor



10. Pembuatan standar kalium



11. Identifikasi golongan senyawa aktif kalium dengan menggunakan AAS untuk senyawa kalium

Pupuk cair

- Ditimbang sebanyak 0,5 gr
- Dilakukan proses pengabuan dengan menambahkan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dan larutan  $\text{HNO}_3$  pekat
- Dipanaskan di atas hot plate
- Ditambahkan dengan 2,5 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat sehingga didapatkan hasil berwarna hitam seperti abu
- Ditambahkan larutan  $\text{HNO}_3$  pekat sampai asap yang keluar dari sampel tidak berwarna hitam
- Dilakukan secara bertahap penambahan larutan  $\text{HNO}_3$  hingga sampel tidak mengeluarkan asap hitam
- Ditambahkan dengan akuades sebanyak 50 mL untuk mengencerkan
- Dikocok
- Disaring dan dimasukkan kedalam wadah hasil yang didapat
- Diukur absorbansi dengan membuat larutan standar variasi konsentrasi 2; 4; 8 dan 16
- Diuji dengan menggunakan spektrofotometer AAS dengan panjang gelombang 766,5 nm
- Dilakukan 3 kali pengulangan dan diambil nilai rata-rata

Hasil

## Lampiran 2. Perhitungan

### 1. Padatan standar

$$\begin{aligned}\frac{\text{mg}}{100 \text{ mL}} &= 500 \text{ ppm} \\ \text{mg} &= 500 \times 0,1 \\ \text{mg} &= 50 \text{ mg}\end{aligned}$$

### 2. Pembuatan Larutan Standar $\text{P}_2\text{O}_5$

- a. Pembuatan larutan 1 ppm dari 500 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 500 \text{ ppm} \times V_1 &= 0,0 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\ V_1 &= \frac{0,0 \text{ ppm} \times 100 \text{ ppm}}{500 \text{ ppm}} \\ V_1 &= 0 \text{ mL}\end{aligned}$$

- b. Pembuatan larutan 2 ppm dari 500 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 500 \text{ ppm} \times V_1 &= 0,2 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\ V_1 &= \frac{0,2 \text{ ppm} \times 100 \text{ ppm}}{500 \text{ ppm}} \\ V_1 &= 5 \text{ mL}\end{aligned}$$

- c. Pembuatan larutan 4 ppm dari 500 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 500 \text{ ppm} \times V_1 &= 0,4 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\ V_1 &= \frac{0,4 \text{ ppm} \times 100 \text{ ppm}}{500 \text{ ppm}} \\ V_1 &= 10 \text{ mL}\end{aligned}$$

- d. Pembuatan larutan 8 ppm dari 500 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 500 \text{ ppm} \times V_1 &= 0,8 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\ V_1 &= \frac{0,8 \text{ ppm} \times 100 \text{ ppm}}{500 \text{ ppm}} \\ V_1 &= 20 \text{ mL}\end{aligned}$$

- e. Pembuatan larutan 16 ppm dari 500 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 500 \text{ ppm} \times V_1 &= 1 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\ V_1 &= \frac{1 \text{ ppm} \times 100 \text{ ppm}}{500 \text{ ppm}} \\ V_1 &= 25 \text{ mL}\end{aligned}$$

### 3. Padatan Standar

$$\begin{aligned}\frac{\text{mg}}{100 \text{ mL}} &= 1000 \text{ ppm} \\ \text{mg} &= 1000 \times 0,1 \\ \text{mg} &= 100 \text{ mg}\end{aligned}$$

#### 4. Pembuatan Larutan Standar K<sub>2</sub>O

- a. Pembuatan larutan 2 ppm dari 1000 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 2 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{2 \text{ ppm} \times 100 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0.2 \text{ mL}$$

- b. Pembuatan larutan 4 ppm dari 1000 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 4 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{4 \text{ ppm} \times 100 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0.4 \text{ mL}$$

- c. Pembuatan larutan 8 ppm dari 1000 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 8 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{8 \text{ ppm} \times 100 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,8 \text{ mL}$$

- d. Pembuatan larutan 8 ppm dari 500 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 8 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{8 \text{ ppm} \times 100 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1,6 \text{ mL}$$

#### 5. Hasil Uji

- a. Kadar Nitrogen dengan penambahan EM4

$$1. \%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$$

$$\%N \text{ total} = \frac{1,6532 \times 0,05 \times 14,008}{300}$$

$$\%N \text{ total} = 0,381$$

$$2. \%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$$

$$\%N \text{ total} = \frac{0,308 \times 0,05 \times 14,008}{300}$$

$$\%N \text{ total} = 0,702$$

$$3. \%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$$

$$\%N \text{ total} = \frac{0,288 \times 0,05 \times 14,008}{300}$$

$$\%N \text{ total} = 0,0674$$

4.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{4,947 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 1,155$
5.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{4,990 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 1,165$
6.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{5,011 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 1,17$
7.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{10,661 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 2,489$
8.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{9,337 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 2,18$
9.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{1,878 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 0,4386$
10.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{685,750 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 160,1$
11.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{506,710 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 118,3$
12.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{609,508 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 142,3$

13. %N total =  $\frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas H}_2\text{SO}_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 %N total =  $\frac{47,844 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 %N total = 11,17
14. %N total =  $\frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas H}_2\text{SO}_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 %N total =  $\frac{21,583 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 %N total = 5,039
15. %N total =  $\frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas H}_2\text{SO}_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 %N total =  $\frac{21,266 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 %N total = 4,965
- b. Kadar Nitrogen tanpa penambahan EM4
1. %N total =  $\frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas H}_2\text{SO}_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 %N total =  $\frac{0,510 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 %N total = 0,1192
2. %N total =  $\frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas H}_2\text{SO}_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 %N total =  $\frac{0,431 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 %N total = 0,1007
3. %N total =  $\frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas H}_2\text{SO}_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 %N total =  $\frac{0,064 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 %N total = 0,015
4. %N total =  $\frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas H}_2\text{SO}_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 %N total =  $\frac{1439,177 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 %N total = 336
5. %N total =  $\frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas H}_2\text{SO}_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 %N total =  $\frac{1440,462 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 %N total = 336,3
6. %N total =  $\frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas H}_2\text{SO}_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 %N total =  $\frac{1437,892 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 %N total = 335,7

7.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{14,147 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 3,303$
8.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{13,685 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 3,195$
9.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{5,958 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 1,391$
10.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{902,055 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 210,6$
11.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{954,740 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 222,9$
12.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{1132,067 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 264,3$
13.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{10,716 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 2,502$
14.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{10,635 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 2,483$
15.  $\%N \text{ total} = \frac{\text{Volume titrasi} \times \text{Normalitas } H_2SO_4 (0,05) \times 14,008}{\text{Berat Sampel}}$   
 $\%N \text{ total} = \frac{10,609 \times 0,05 \times 14,008}{300}$   
 $\%N \text{ total} = 2,477$



c. Kadar Fosfor dengan penambahan EM4

1.  $\%PO^{3-} = \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\%$   
 $= 16,89 \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\%$   
 $= 5,067 \times 10^{-5}$
2.  $\%PO^{3-} = \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\%$   
 $= 21,4 \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\%$   
 $= 6,42 \times 10^{-5}$
3.  $\%PO^{3-} = \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\%$   
 $= 26,21 \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\%$   
 $= 7,863 \times 10^{-5}$
4.  $\%PO^{3-} = \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\%$   
 $= 20,75 \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\%$   
 $= 6,225 \times 10^{-5}\%$
5.  $\%PO^{3-} = \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\%$   
 $= 21,1 \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\%$   
 $= 6,33 \times 10^{-5}\%$
6.  $\%PO^{3-} = \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\%$   
 $= 20,98 \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\%$   
 $= 6,294 \times 10^{-5}\%$
7.  $\%PO^{3-} = \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\%$   
 $= 83,59 \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\%$   
 $= 2,5077 \times 10^{-4}\%$
8.  $\%PO^{3-} = \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\%$   
 $= 76,6 \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\%$   
 $= 2,298 \times 10^{-4}\%$

$$\begin{aligned}
 9. \%PO^{3-} &= \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{mL} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 96,66 \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{mL} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 2,8998 \times 10^{-4}\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 10. \%PO^{3-} &= \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{mL} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 24,55 \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{mL} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 7,365 \times 10^{-5}\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 11. \%PO^{3-} &= \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{mL} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 23,44 \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{mL} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 7,032 \times 10^{-5}\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 12. \%PO^{3-} &= \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{mL} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 24,52 \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{mL} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 7,356 \times 10^{-5}\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 13. \%PO^{3-} &= \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{mL} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 8,313 \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{mL} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 2,4939 \times 10^{-5}\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 14. \%PO^{3-} &= \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{mL} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 9,119 \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{mL} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 2,7357 \times 10^{-5}\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 15. \%PO^{3-} &= \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{mL} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 9,545 \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{mL} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 2,8635 \times 10^{-5}\%
 \end{aligned}$$

d. Kadar Fosfor tanpa penambahan EM4

$$\begin{aligned}
 1. \%PO^{3-} &= \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{mL} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 19,3 \frac{mg}{L} \text{ fosfor} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{mL} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 5,79 \times 10^{-5}\%
 \end{aligned}$$







$$\begin{aligned} 11. \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} L / \frac{1}{ml} \times \frac{1}{1000} g / mg \times 100\% \\ &= 0.821 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} L / \frac{1}{ml} \times \frac{1}{1000} g / mg \times 100\% \\ &= 2,463 \times 10^{-6}\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 12. \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} L / ml \times \frac{1}{1000} g / mg \times 100\% \\ &= 0.821 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} L / ml \times \frac{1}{1000} g / mg \times 100\% \\ &= 2,463 \times 10^{-6}\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 13. \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 0.829 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 2,487 \times 10^{-6}\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 14. \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 0.829 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 2,487 \times 10^{-6}\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 15. \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 0.83 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 2,49 \times 10^{-6}\% \end{aligned}$$

f. Kadar Kalium tanpa penambahan EM4

$$\begin{aligned} 1. \quad \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 0.295 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 8,85 \times 10^{-7}\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 0.294 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 8,82 \times 10^{-7}\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \quad \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 0.294 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 8,82 \times 10^{-7}\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4. \quad \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} L / \frac{1}{1000} g / mg \times 100\% \\
 &= 0.825 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} L / \frac{1}{1000} g / mg \times 100\% \\
 &= 2,475 \times 10^{-6}\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. \quad \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 0.826 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 2,478 \times 10^{-6}\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6. \quad \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 0.829 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 2,487 \times 10^{-6}\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 7. \quad \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 0.665 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 1,995 \times 10^{-6}\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 8. \quad \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 0.664 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 1,992 \times 10^{-6}\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 9. \quad \%K &= \frac{m g}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{m g}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{m l} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{m g} \times 100\% \\ &= 0.666 \frac{m g}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{m g}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{m l} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{m g} \times 100\% \\ &= 1,998 \times 10^{-6}\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 10. \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 0.707 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 2.121 \times 10^{-6}\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 11. \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 0.706 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\ &= 2.118 \times 10^{-6}\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 12. \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 0.703 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 2,109 \times 10^{-6}\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 13. \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 0.724 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 2,112 \times 10^{-6}\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 14. \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 0.721 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 2,163 \times 10^{-6}\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 15. \%K &= \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{\text{volume sampel}}{\text{massa sampel}} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 0.721 \frac{mg}{L} \text{kalium} \times \frac{300}{100} \frac{mg}{L} \times \frac{1}{1000} \frac{L}{ml} \times \frac{1}{1000} \frac{g}{mg} \times 100\% \\
 &= 2,163 \times 10^{-6}\%
 \end{aligned}$$